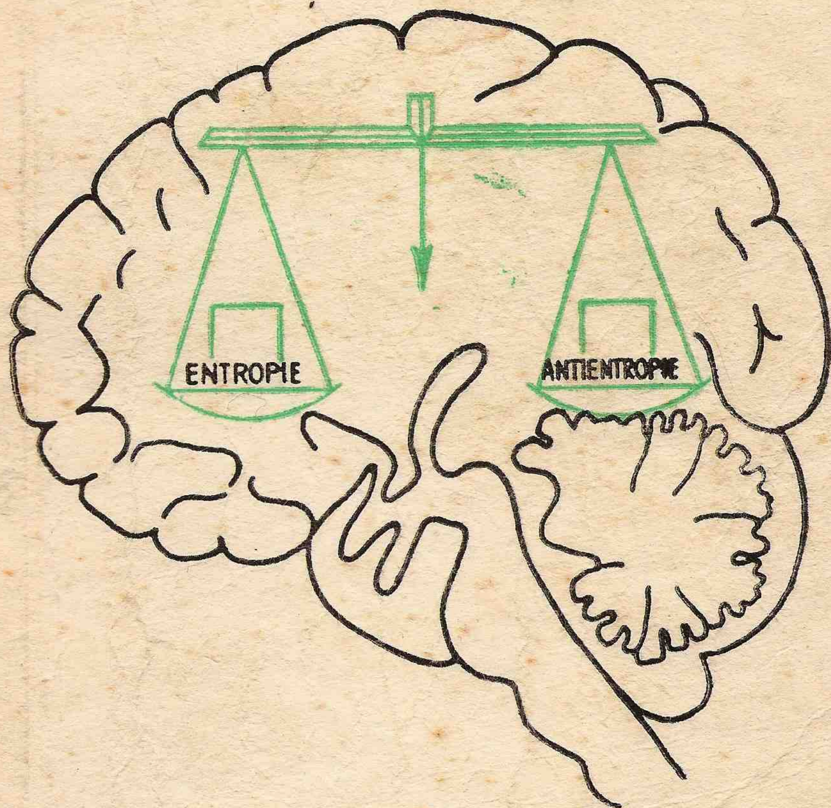
ȘTIINȚA PENTRU TOȚI
263

ALEXANDRU NEGRU

Biocibernetica și evoluția vieții



Ştiinţa pentru toţi

Cunoştinţe despre univers

25.02.1987

COLECȚIA „ȘTIINȚA PENTRU TOȚI"
apare sub egida
CONSILIULUI NAȚIONAL
AL
FRONTULUI DEMOCRAȚIEI ȘI UNITĂȚII SOCIALISTE

Dr. ALEXANDRU NEGRU

Biocibernetica și evoluția vieții



EDITURA ȘTIINȚIFICĂ ȘI ENCICLOPEDICĂ
București, 1986

Control ştiinţific:
Dr. EUGEN NICULESCU-MIZIL

INTRODUCERE

„Din sînul vecinicului ieri
Trăieşte azi ce moare
Un soare de s-ar stinde-n ceri
S-aprinde iarăşi soare:

Părînd pe veci a răsări
Din urmă moartea-l paşte
Căci toţi se nasc spre a muri
Şi mor spre a se naşte“

(Din „Luceafărul“ de M. Eminescu)

În aceste rînduri ale geniului eminescian se reflectă concepţia filozofică privind veşnica mişcare a materiei în infinitul timpului şi al spaţiului. Oricînd şi oriunde în lume, apariţia unui corp ceresc are o existenţă limitată, precum şi fărîma de viaţă, ca orice materie, este supusă aceleiaşi legi a mişcării materiei. Limitarea existenţei corpurilor cereşti, ca şi viaţa unei plante, a unui animal sau om, include o mişcare transformatorie şi nicidecum o distrugere totală. Referindu-ne la materie, indiferent de natura ei, chiar şi în repaus posedă o energie potenţială, fapt ce rezultă din structura sa atomică şi subatomică a particulelor elementare.

Viaţa nu este materie, ci o manifestare energetică a materiei, mai precis un proces bioenergetic, care a evoluat din toate formele de energie, de la forma fizică, la chimică şi, la nivelul cel mai superior, la energia biologică, care le cuprinde pe toate. Toate formele de energie posibil existente sînt cuprinse permanent în materia vie a tuturor organismelor vii, în intimitatea cărora se manifestă într-o complexitate de conversii interconexate, într-o armonie uimitoare. Această armonie bioenergetică

constituie o necesitate absolută, fără de care diversele forme de energie nu s-ar putea manifesta într-o anumită ordine, între limitele parametrilor stabilitoare funcțiilor vitale, atît pentru componente, cît și pentru întreg, adică pentru oricare organism viu. Armonizarea fluxurilor bioenergetice constituie un mecanism specific vieții, prin care materia vie este structurată extrem de bine ordonat, datorită capacității de autoreglare a tuturor funcțiilor vitale. Ordonarea funcțiilor vitale este o necesitate impusă de existența celor două tipuri informaționale contradictorii: informația internă sau genetică și informația externă din mediul ambiant de coexistență. Multiplele forme ale fluxurilor bioenergetice, care se succed interdependent, se execută într-o ordine perfectă prin autoreglări și mecanisme cibernetice.

Informația genetică determină un anumit plan de complexitate structurală cu funcțiile vitale specifice, care să corespundă zestrei ereditare moștenită și transmisibilă la urmași. De altă parte, informațiile din mediul ambiant exercită asupra organismelor însemnate acțiuni, cele mai multe fiind perturbante, entropice, deci nocive pentru funcțiile vitale ale organelor sau a organismelor în întregime. Cele două sisteme informaționale, adverse, pot fi considerate ca parteneri între care se desfășoară o competiție pentru a ordona viața, sau a provoca dezordine în structura organismelor. În „jocul matematic", inventat de J. Neumann și O. Morgenstern, punctele cîștigate de unul dintre parteneri, sînt pierdute de celălalt. În asemănare cu acest „joc matematic" viața tuturor ființelor viețuitoare se desfășoară conform cu capacitățile pe care le posedă în vederea confruntării cu provocările factorilor perturbanți din mediul ambiant. Sau altfel spus, supraviețuirea organismelor vii constituie jocul dintre forțele entropice externe și propriile energii antientropice. Cele două forțe adverse, puse pe talerele unei balanțe, prezintă frecvente oscilații în timpul vieții, mai mult în favoarea antientropiei, dar de la momentul în care echilibrul balanței se înclină în favoarea entropiei, organismul este sortit pieirii. Între adversarii „jocului matematic de-a viața" echilibrul este dirijat de mecanismul cibernetic de autoreglări, care alimentează energetic funcțiile prin care se desfășoară informația genetică și ca atare inhibă parțial sau total influențele perturbante ale mediului înconjurător.

Mecanismele cibernetice de autoreglare a tuturor funcțiilor vitale, descrise de biocibernetică, sînt în fond mecanisme bioenergetice prin care se exercită capacitatea de conducere și de dirijare a factorilor de care depinde ordinea structurală și funcțională necesară supraviețuirii, fără de care integralitatea vieții este de neconceput. Sistemul biocibernetic are capacitatea de a monitoriza toate cuantele fluxurilor energetice, de a le echilibra, de a le aduce la același numitor, spre o egalare a cifrelor elementare din ecuațiile vieții. Rezultă de aici că autoreglarea trebuie să dispună de energia necesară pentru ca materia vie să-și poată păstra integralitatea funcțiilor în mod corespunzător biostructurii sale. Viața ca mod de manifestare energetică a materiei corespunde celebrului dicton al marelui astronom și matematician J. Kepler: „Ubi materia, ibi geometria", deci unde materia există, geometria și algebra este prezentă.

Pentru rezolvarea egalitară a ecuațiilor vieții, organismele vii trebuie să posede cel puțin atîtea cuante bioenergetice, cîte sînt necesare pentru a sintetiza toate componentele structurale și funcționale în

mod echilibrat și corespunzător cu informația genetică proprie. Aceste rezolvări sînt efectuate cu multă precizie de sistemul biocibernetic, pluridinamic, care monitorizează echilibrarea cuantelor bioenergetice în fluxuri armonios convertizate, a căror totalitate creează, în fiecare celulă, organ și organism un cîmp energetic de o înaltă specificitate. Fiecare organism viu, de la minuscula bacterie pînă la om, își are cîmpul său bioenergetic coexistent cu fluxurile sale componente, care, pentru a corespunde cerințelor vieții, trebuie să se efectueze în cuante sincronizate, fără de care supraviețuirea devine imposibilă. Cîmpul bioenergetic al organismelor generează permanent suficiente cuante antientropice cu care își poate apăra integralitatea cu toate funcțiile fiziologice care întrețin viața.

Este important de subliniat că sistemul biocibernetic este constituit din mecanisme care reglează fluxurile energetice, ca acestea să nu acționeze la întîmplare și unilateral, ci în mod intercondiționat, atît între ele cît și cu întreg sistemul. În același timp, mecanismul cibernetic conduce și dirijează întreg complexul de fluxuri energetice, prin fibrele nervoase, aferente, pentru a fi analizate de anumite centre din hipotalamus, care comandă efectuarea procesului de sincronizare între anumite fluxuri, pentru ca răspunsul să fie corespunzător cu cerințele vieții.

Sistemul biocibernetic este diferit, atît ca structură a componentelor, cît și în ceea ce privește acțiunea de reglare a funcțiilor vitale, care variază în funcție de organul asupra căruia acționează, sau a organismelor, care sînt deosebite unele de altele. Deci, fiecare funcție este reglată printr-un mecanism propriu, specific, de aceea, cu cît un organism este mai complex, cu atît conține mai multe mecanisme de autoreglare. Un procariot, unicelular, are un mecanism biocibernetic elementar, ancestral, pentru ca organismele mai complexe, să posede atîtea mecanisme de reglare, cîte funcții vitale poate să aibă. Organismul uman, care este cel mai complex, cu un mare număr de funcții energo-vitale, prezintă și un maxim de mecanisme cibernetice. Pentru ca mecanismele cibernetice să nu acționeze în mod separat unele față de altele, ci în mod interconexat, trebuie să se încadreze într-un sistem cibernetic unitar, al întregului organism, în care se reglează automat și coordonat întregul complex, a cărui acțiune este pendinte de nucleul respectiv situat în hipotalamus.

Dacă fiecare organism ca sistem biocibernetic, are mecanisme care prezintă o variabilitate, de la simplu la complex, înseamnă că sistemul este evolutiv și procesele sale se derulează conform legilor evolutive ale biomateriei. Speciile de ființe viețuitoare care au trăit în anumite ere geologice, au avut fiecare un anumit mecanism biocibernetic, corespunzător reglării organismului respectiv. O dată cu stingerea unei specii din nișa ecologică, respectivă, s-a stins și sistemul cibernetic. Se înțelege de aici că sistemele vii, cu autoreglare, au apărut o dată cu viața și au evoluat împreună cu aceasta, prin legături obiectiv naturale, inseparabile, coexistente organic, în aceeași legitate prin care materia este interlegată cu energia sa. În concluzie, viața ca produsul energetic al biomateriei, nu poate fi creată în afara materiei, de ceva supramaterial.

În această succintă prezentare despre ce este biocibernetica și legătura ei cu viața, în a doua parte a acestei lucrări trecem în revistă formele de viață derulate pe Terra, pentru a conchide că toate spe-

ciile evoluate unele din altele, nu au constituit enigme ale creației supranaturale, ci forme de structuri, născute unele din altele, în limita unor parametrii precis determinați, generate de sistemul informațional genetic, protejat de sistemele biocibernetice specifice. De asemenea s-a scos în evidență faptul că într-un anumit mediu, au putut să supraviețuiască numai acele organisme, a căror autoreglare a corespuns cu specificul biomateriei sale.

ÎNSUȘIRILE GENERALE ALE MATERIEI VII

Viața este autocreația materiei (în veșnica ei mișcare) la cel mai înalt nivel, ca legitate universală a naturii infinite.

Materia aflată în veșnică mișcare a creat sisteme vii, deschise din momentul în care părți ale ei au dobîndit capacitatea de a efectua un schimb de substanțe și de energie din care s-a autocreat într-o biostructură cu însușiri necesare supraviețuirii. De-a lungul căilor evolutive, biomateria și-a consolidat și perfecționat tot mai mult principalele însușiri ale vieții, conform condițiilor legice oferite de natură. Viața trebuie considerată ca o manifestare de fluxuri bioenergetice, întrunite în sisteme dinamice, autocreate în anumite componente specifice, intercondiționate cu întregul căruia îi imprimă sublima înfățișare pe care noi o numim „viață". Complexitatea de însușiri ale vieții a evoluat de-a lungul erelor geologice într-o gamă variată de structuri și de funcții ce au caracterizat speciile care s-au succedat unele din altele, pînă la culminarea celui mai complicat sistem biodinamic care este omul. Trebuie însă subliniat faptul că evoluția speciilor în bizarele înfățișări structurale ale materiei, își are cauzalitatea în variabilitatea evolutivă a fluxului bioenergetic, prin legătura legic conexată a maselor moleculare cu propria lor energie. Viața ca materie autoenergetică, nu poate fi statică, deci este auto-

dinamică și autoevolutivă prin însăși natura sa, ceea ce îi imprimă anumite însușiri specifice. Indiferent de structura arhitecturală a organismului viu, fie el o bacterie, o plantă, un animal sau un om, prezintă aceleași însușiri ale vieții, posedînd o anumită integralitate, un metabolism al echilibrului dinamic, un anumit mod de reproducere și de autoreglare, toate în concordanță cu sistemul informațional genetic, specific sistemelor biologice. Toate aceste însușiri sînt componente interconexate atît între ele cît și fiecare cu întregul, manifestîndu-se între anumite limite, ecuational, autoreglate în cuante bioenergetice, ceea ce imprimă sistemelor biologice magnifica energie antientropică, tradusă în limbajul uzual: „forțele vieții".

1. Autoconservarea integralității

Sistemele biologice, cu toată pronunțata diversitate pe care o prezintă în natură, sînt caracterizate prin anumite trăsături comune, specifice. Sisteme biologice pot fi un individ biologic, o specie sau oricare grup taxonomic, pînă la biocenoză și toată biosfera. Toate aceste sisteme biologice se caracterizează printr-o anumită integralitate, cu trăsături structurale și funcționale proprii, prin care se deosebesc unele de altele. Toate sistemele biologice, cu toate că sînt dinamice prin natura lor, totuși au o înfățișare statică, de durată, cu însușiri aparținătoare întregului, fapt real generat de informația genetică care își exercită funcțiile catalitice conform structurii materialului ereditar specific. Această însușire conferă o anumită rigiditate biosistemului, fenomen care explică integralitatea însușirilor fiecărui biosistem în parte, timp îndelungat. În realitate, sis-

temul informațional ca orice produs al materiei este în mod legic tot un sistem autoenergetic și deci evolutiv. Rezultă din acest adevăr că integralitatea este autoevolutivă, ca atare speciile nu pot fi considerate unități imuabile. Toate speciile de plante și animale care s-au perindat în erele geologice și-au autoconservat integralitatea lor sute de mii sau milioane de ani, într-un mod variat, în funcție de capacitatea lor energetică de supraviețuire, după cum au posedat sau nu, facultatea de a putea autoregla funcțiile vitale în concordanță cu structura lor specifică. Lipsa de concordanță dintre structură și funcțiile vitale corespunzătoare biosistemelor a avut ca urmare dezechilibrarea fluxurilor energetice și deci incapacitatea de a efectua o autoreglare corespunzătoare în contextul condițiilor de mediu. Astfel se explică dispariția în timp relativ scurt a unor specii. Dimpotrivă, existența de afinitate între structură și funcțiile vitale a permis derularea pe mai lungă durată a supraviețuirii unor sisteme biologice, cu integralitatea conservată timp îndelungat și cu capacitatea de autoreglare corespunzătoare cu condițiile de mediu. Astfel se explică lunga existență a trilobiților, celenteratelor, algelor marine și altor viețăți, a căror viață a durat sute de milioane de ani.

Autoconservarea integralității sistemelor biologice este o însușire specifică unităților taxonomice, ale căror componente se intercondiționează între ele și cu întregul, prin fluxuri bioenergetice autoreglate prin mecanisme cibernetice. În înțelesul acestor conexiuni, un anumit component își pierde funcțiile sale vitale dacă este separat, dezlegat de celelalte componente și din întregul din care face parte. Astfel, o aripă de pasăre, dezmembrată din întreg nu mai poate zbura, după cum nici pasărea lipsită de aripă nu va mai zbura. În același timp, aripa izolată,

nu mai poate poseda nici celelalte funcții legate de alte componente, ca de exemplu, respirația, pulsul, simțul tactil, contracția musculară etc. Acest fenomen constituie o dovadă a conexiunii fluxului bioenergetic care susține și leagă componentele energetice cu centrul de comandă al întregului, răspunzător cu căile aferente și eferente ale sistemului biocibernetic.

Sistemele biologice mai complexe, ca de exemplu biocenozele și întreaga biosferă, supraviețuiesc prin componentele lor cu care se intercondiționează. Componentele acestor sisteme mai mari, sînt lanțurile trofice, de la producători la consumatori și răpitori, pînă la reducători, inclusiv omul. Distrugerea unui singur lanț trofic poate produce un dezechilibru în structura întregului. Modul de viață al fiecărui lanț trofic este în strictă dependență cu informația genetică a speciilor componente. Autoconservarea integralității unui anumit lanț trofic depinde de viabilitatea fiecărei specii, de relațiile trofice dintre ele. La nivelul cel mai înalt, viața biosferei și evoluția ei depinde de existența ecosistemelor componente, de întreg fluxul energetic al componentelor corelate cu întregul, deci cu toată biosfera planetei noastre.

Progresele uluitoare care se înregistrează cu pași vertiginoși în ingineria genetică, prevăd capacitatea omului de mîine care să aducă unele modificări în biosferă, creînd noi componente în interesul societății omenești.

2. Metabolismul bioenergetic

Am subliniat anterior că toate organismele vii sînt sisteme bioenergetice, însușire esențială, organic legată de supraviețuire pentru materia dotată

cu viață. Fluxul energetic dătător de viață derivă din substanțele nutritive, luate de organismele vii din componentele mediului ambiant în care și cu care coexistă.

Metabolismul energetic al Sistemelor biologice este foarte variat datorită complexităților deosebite în structura și funcțiile vitale ale organismelor. În linii mari, deosebim metabolismul plantelor verzi care sînt autotrofe, față de acela al animalelor care sînt heterotrofe.

La plante, sursa de energie provine de la capacitatea moleculelor de clorofilă înzestrate cu facultatea de a capta cuantele de energie a razelor solare, pe care le transformă în energie chimică necesară sintezei tuturor substanțelor hrănitoare de care au nevoie. Acest fenomen numit fotosinteză generează întreaga energie stocată în masa vegetală, hrana de bază pentru toate viețuitoarele de pe planeta noastră. Grație clorofilei, minunatul dar al naturii, biosfera de pe Terra are înfățișarea pe care o cunoaștem în zilele noastre.

Se consideră că razele solare emit o cantitate de cuante energetice care echivalează cu $9 \cdot 10^{22}$ kcal/secundă, din care numai $2^0/_0$ sînt captate de plante, dar cu această energie solară se sintetizează cca 80 miliarde tone glucoză în fiecare an. Se consideră că un teren agricol cultivat cu plante produce anual $12 \cdot 10^6$ calorii pe fiecare metru patrat, adică 1.200 miliarde calorii. După unele calcule, un hectar de cultură agricolă poate produce atîtea calorii cîte sînt necesare pentru 1.200 de oameni, dacă se asigură o producție medie. Este de remarcat că industria chimică, metalurgică și minieră, produce abia $9^0/_0$ din energia provenită de la soare. Rezultă că fotosinteza constituie cel mai grandios proces energetic pe planeta noastră. De asemenea este de remarcat și fap-

tul că o singură cuantă de lumină solară produce 35—40 kcal și că pentru sinteza unei singure molecule de glucoză este nevoie de 4 cuante solare.

Fotosinteza se petrece într-un fel la lumină și într-alt fel la întuneric. În faza de lumină se realizează fotoliza apei, cu cedare de energie și eliminarea de hidrogen cu potențial reducător și oxidril (OH) cu un potențial oxidant, după formula:



$$H_2O \xrightarrow{hv} H + OH$$

urmată de eliberarea oxigenului molecular, după formula:



$$2\,HO \rightarrow H_2O + 1/2\,O_2$$

Se estimează că vegetația globului pămîntesc produce anual o cantitate de $288 \cdot 10^9$ tone oxigen molecular, cu care se primenește atmosfera.

În faza obscură are loc asimilarea dioxidului de carbon (CO_2) din atmosferă, fenomen în care anumite molecule de ribulozo-1,5-difosfat îndeplinesc rolul de acceptor, ca după mai multe bioreacții să se sintetizeze glucoza, fructoza și alte substanțe. Întreg ansamblul de reacții care se succed, a constituit numeroase cercetări, între care Ciclul Calvin este cel mai complet. Se apreciază că datorită asimilației clorofiliene, vegetația de pe glob absoarbe anual o cantitate de $396 \cdot 10^9$ tone de CO_2.

Organismele heterotrofe își creează metabolismul energetic din alimentele pe care le consumă, al căror conținut constă din glucide, lipide și proteine. Eliberarea energiei chimice din aceste substanțe se petrece datorită fenomenelor de oxidare și de transformare în energie utilă, din care aproximativ 30% este utilizată pentru desfășurarea proceselor vitale, restul este convertit în energie calorică. Energia eliberată este întîi stocată în molecule cu legături macroergice, de tipul ATP (adenozin trifosforic). Moleculele macroergice intervin în procesele de convertire a energiei potențiale în energie cinetică, chimică, termică, osmotică și electromagnetică.

Metabolismul energetic nu este identic la diferite specii de animale, ci variază în funcție de biostructura acestora. O anumită variabilitate există și de la un individ la altul, cu deosebire la specia umană. Energia produsă datorită metabolismului se exprimă în calorii. (Reamintim că o calorie este egală cu cantitatea de căldură necesară pentru a ridica temperatura unui gram de apă, de la 14,5°C la 15,5°C). Determinarea de căldură exprimată în calorii de către un organism se poate face prin mai multe metode. În practică se utilizează mai frecvent calorimetria indirectă, prin consumul de oxigen și eliberarea de CO_2 într-un anumit timp. Este știut că echivalentul caloric pentru consumul unui litru de O_2 corespund 4,82 Kcal. Dar energia eliberată de fiecare moleculă de oxigen variază cu natura substanțelor de alimente consumate, din cauza proporției de C, O_2, H, care diferă de la o substanță alimentară la alta. Prin determinarea coeficientului respirator, adică a raportului dintre CO_2 eliberat și a oxigenului consumat, putem să știm care substanță energetică a fost oxidată. De aceasta ne putem da seama, deoarece coeficientul respirator este egal cu 1, cînd se oxidează glucidele, de 0,7 în cazul lipidelor și 0,8 pentru proteine.

În condiții de repaus, organismul degajează o cantitate minimă de energie, necesară pentru întreținerea funcțiilor vitale; în acest caz metabolismul energetic se află la un minim, numit metabolism bazal (MB). În condiții de activitate, cantitatea de

energie exprimată în calorii este cu atît mai mare, cu cît efortul depus este mai intens. Lucrul mecanic necesită cantități maxime de energie, în timp ce activitatea psihică necesită o creștere energetică doar de 3—5%.

Determinarea metabolismului bazal se face în condiții de repaus, aplicînd metoda calorimetrică indirectă, măsurînd un anumit timp consumul de oxigen inspirat (cm^3) înmulțit cu 4,82 kcal/litru de oxigen, cifră care reprezintă echivalentul caloric al oxigenului. Exprimarea metabolismului bazal (MB) se face în raport cu suprafața (m^2) corpului respectiv, pe oră, după formula:

$$MB = \frac{\text{calorii}}{m^2} \%$$

Deviațiile *MB* cuprinse între —5% și +15%, față de valoarea standard, se consideră în limite normale.

Metabolismul bazal este influențat de anumiți factori fiziologici sau patologici și în special de unele glande endocrine între care tiroida joacă rolul cel mai important. Pentru menținerea organismului într-un echilibru dinamic este important ca prin consumul de alimente cantitatea de calorii să acopere și chiar să depășească puțin necesitățile energetice.

Datorită metabolismului, organismele vii iau permanent din mediu anumite substanțe pe care le transformă și le înglobează în structura lor proprie, se reînnoiesc mereu, dar cu toate acestea rămîn aceleași. Metabolismul nu schimbă integralitatea structurală a ființelor viețuitoare, doar le dezvoltă, fără să afecteze însușirile determinate de sistemul informațional genetic. Funcția metabolică face ca în structurile biologice să circule mereu anumite

substanțe nutritive, aducînd și eliminînd cu acestea cuante de energie, fără de care organismele nu ar putea supraviețui. Cu alte cuvinte în structura biosistemelor se scurg mereu fluxuri de energie, precum se scurge apa în albia rîurilor. Acest fenomen foarte simplu și natural a fost gîndit și exprimat de filozoful Aristotel din antichitate, în cuvintele: „panta rhei" adică totul curge, totul este în mișcare.

Metabolismul energetic constituie funcția vitală prin care se realizează echilibrul dinamic, fără de care organismele vii nu și-ar putea păstra integralitatea, ordinea structurală specifică informației genetice. Datorită fluxului energetic, viețuitoarele reușesc să-și păstreze ordinea structurală și să aibă un caracter antientropic, în pofida celui de al II-lea principiu al termodinamicii, după care entropia universului crește. Termenul de entropie a fost formulat de fizicianul german Rudolf Clausius (1865). În limbaj matematic entropia este o mărime termodinamică, care se măsoară în calorii grad Celsius, după formula:

$$E = k \lg D$$

în care E reprezintă entropia, k este constanta lui Boltzmann ($3{,}2983 \times 10^{-24}$ cal °C) și D = gradul de împrăștiere a particulelor din corpul sau sistemul respectiv. Din această formulă se desprinde faptul că acele organisme care își pierd echilibrul dinamic devin sortite entropiei.

Conform principiului I al termodinamicii, energia nu se poate nici crea și nici distruge, dar se poate transforma. Principiul al II-lea al termodinamicii este în acord cu transformările de energie, dintr-o formă în alta, însă energia calorică în timp ce este transformată într-o altă energie, disipează

o cantitate care este și ea entropie. De asemenea, este știut că entropia crește cu temperatura, astfel, moleculele unor substanțe, cu deosebire în stare gazoasă, se mișcă haotic cu atît mai mult, cu cît temperatura este mai mare. De exemplu, clorura de sodiu, în stare solidă, are moleculele ordonate, neîmprăștiate, entropia fiind 17,3 unități entropice, în stare lichidă are 20,2 unități entropice, iar în stare gazoasă, cu moleculele oarecum dispersate, entropia este de 54,9 unități entropice.

Organismele vii, atîta timp cît supraviețuiesc, generează o cantitate de energie mai mare decît aceea pe care o disipează în mediu, inclusiv luînd în considerare energia care se disipează în timpul conversiilor, de aceea ele sînt antientropice. Prin metabolismul energetic organismele vii se hrănesc cu unități antientropice, însă elimină în mediul ambiant unități entropice. Renumitul fizician german Erwin Schrödinger s-a pronunțat că organismele vii reușesc să facă ordine în structura lor și să creeze „dizordine" în afara lor, hrănindu-se cu entropie negativă, care se poate calcula după formula negativă a entropiei:

$$-E = k \lg \frac{1}{D}$$

Din cele menționate reiese că ființele își pot asigura integralitatea prin fluxul energetic întreținut de metabolism și posedă unități antientropice în cantități mult mai mari în raport cu puținele unități entropice pe care implicit le creează prin obligația unor convertiri de energie. Sub acest aspect, viața se derulează în fluxuri energetice, de intrări, transformări și ieșiri care se succed într-o anumită ordine necesară menținerii echilibrului dinamic, într-o matematică a vieții de o uimitoare complexitate. Energetica vieții este deci o ecuație cu integrări și variații, posibilă de redat după formula:

$$\Delta E_v \geqslant \Delta E_{ch} - \Delta E_{ent}$$

în care ΔE_v reprezintă energia totală pe care o dobîndește un organism pentru viață și care trebuie să depășească cheltuielile sau pierderile de energie; ΔE_{ch} este energia chimică pe care organismul o poate dobîndi din alimente, iar ΔE_{ent} — cantitatea de entropie, adică variația de energie care se disipează datorită conversiei energiei calorice în lucru mecanic și alte categorii de energii.

3. Autoreproducerea

Este o însușire caracteristică tuturor organismelor vii, de a da naștere la urmași, care moștenesc caracterele părinților conform informațiilor genetice.

Autoreproducerea sau multiplicarea organismelor vii este extrem de variată și s-a derulat evolutiv, paralel cu biostructura unităților sistematice, modificîndu-se după natura genofondului și a condițiilor de mediu. La procariote, multiplicarea are loc prin diviziune directă sau sciziparitate. Multiplicarea la bacterii se petrece în cîteva faze, alternînd faza de repaus, timp în care celula se dezvoltă, cu aceea de diviziune, terminîndu-se cu faza de declin și de moarte. În condiții favorabile de mediu, o generație poate dura doar 20 de minute, încît după 8—10 ore să aibă loc un număr de 25 generații, cu milioane de indivizi. Unele procariote se înmulțesc prin înmugurire, similar cu drojdia de bere și, mai rar, pe

cale sexuată, după care se formează sporii de rezistență.

Plantele inferioare și ciupercile se înmulțesc prin spori, care pot fi de foarte multe feluri și caracteristici unităților taxonomice. Sporii se pot forma atît pe cale asexuată, cît și ca urmare a unor forme de fecundație între organele de sex opus, rezultînd un zigot sau ou, cu număr dublu de cromozomi. Zigotul sau oul poate reprezenta și un organ de rezistență pe durată lungă (la unele specii de ciuperci, chiar de cîțiva ani).

În regnul vegetal frecvent se aplică înmulțirea prin fragmente, anumite părți de plante, care în condiții favorabile dau naștere la plante identice, atît genotipic cît și fenotipic, ca planta din care derivă. Astfel se înmulțesc unele plante prin butași, marcotaj, altoire etc. Plantele generate pe această cale se numesc clone.

Realizările uimitoare în domeniul ingineriei genetice au permis aplicarea clonării nu numai la plante sau părți de plante, dar și la anumite celule sau țesuturi de la animale. În mod natural, în regnul animalelor reproducerea se efectuează pe cale sexuată, rezultînd cîte un ou sau în cazul mamiferelor femelele nasc pui vii.

În prezenta lucrare, problema reproducerii interesează doar cu privire la intercondiționarea fluxurilor energetice ale oganismelor vii cu sistemele componente și cu întregul. Autoreproducerea este o însușire caracteristică și obligatorie tuturor organismelor vii și nu se poate separa de celelalte componente din sistem, cu care se autoreglează prin mecanisme cibernetice. Principalele conexiuni ale aparatului reproducător sînt cu sistemul endocrin și cel nervos.

4. Autoreglarea bioenergetică

În contextul însușirilor specifice vieții, autoreglarea funcțiilor fiziologice constituie un component al viului, egal de important pentru întreg, cu care se interconexează prin intermediul celorlalte însușiri. Autoreglarea pentru organismele vii este o însușire bioenergetică cu rolul de echilibrare dinamică a tuturor funcțiilor vitale, prin care se asigură supraviețuirea biosistemelor în mod corespunzător cu informația genetică și cu factorii mediului de ambianță. Biomateria trebuie considerată ca fiind un sistem bioenergetic în care fluxurile vieții sînt autoreglate corespunzător cu structura specifică organismelor vii. Autoreglarea funcțiilor vieții se efectuează printr-un mecanism cibernetic, prin care informațiile din mediu, precum și cele interne, genetice, sînt recepționate și prelucrate corespunzător.

Studiul mecanismului cibernetic al autoreglărilor la sistemele biologice a luat în ultimii ani o amploare atît de mare încît a devenit o disciplină, numită BIOCIBERNETICA, cu multiple aplicații în toate ramurile biologiei, cu deosebire în medicină. Obiectul prezentei lucrări cuprinde principalele noțiuni de biocibernetică legate de geneza și evoluția vieții.

SISTEMUL BIOCIBERNETIC

Biocibernetica este știința care se ocupă cu autoreglarea fluxurilor energetice care acționează asupra proceselor vitale ale organismelor vii.

Noțiunea de cibernetică aparține profesorului matematician american Norbert Wiener, care a definit (1948) ca fiind știința comenzilor și a comunicărilor la ființe și mașini. G. Klaus (1965) definește cibernetica știința sistemelor dinamice complexe, iar O. Lange (1967) o consideră ca pe o știință a conducerii și reglării în sistemele dinamice complexe.

N. Wiener, deși matematician a descris mecanismul de *feed back* prin studierea sistemelor biologice, după ce a participat la conferințe și seminarii ținute la Facultatea de Medicină a Universității Harvard și apoi la Institutul de Cardiologie din Mexic.

Problemele de autoreglare, cu deosebire în domeniul medicinei au fost studiate cu cîteva decenii înaintea lui Wiener, însă au fost tratate unilateral, privind numai unele funcții fiziologice. Astfel, W. Cannon (1929) a efectuat însemnate cercetări asupra proceselor de reglare a unor funcții fiziologice la om, pentru păstrarea homeostaziei. Aceste cercetări au fost inspirate din observațiile lui Claude Bernard, care a sesizat păstrarea constantă a glicemiei, în pofida variațiilor privind consumul de glucoză.

În țara noastră, problemele de cibernetică au fost studiate de Daniel Danielopolu, Șt. Odobleja, Șt. Milcu, Ed. Nicolau, C. Bălăceanu, Adrian Restian și mulți alții.

După cum toate științele se dezvoltă, evoluează, tot așa cibernetica, deși este o știință nouă, s-a dezvoltat atît de mult încît a pătruns, de fapt, în toate sferele activității umane, de la tehnică la artă și chiar la filozofie. Nu numai L. Bertalanffy (1942), dar mulți cercetători s-au pronunțat că cibernetica ne face să vedem omul și viața lui cu alți ochi, nu ca o colecție de organe, ci ca un sistem viu format din mai multe elemente intercondiționate între ele și cu întreg organismul. Dar interacțiunea dintre componentele organismelor se traduce în fapte prin mecanisme de autoreglare cibernetică în circuit de *feed back*. Rezultă de aici că toate procesele vitale sînt bioenergetice și că interacțiunea acestora atît între ele, cît și cu întregul se efectuează prin mecanisme cibernetice, pe care le putem considera ca funcții ale homeostaziei.

Autoreglarea este o însușire universală a tuturor sistemelor biologice. Organismele vii sînt sisteme biocibernetice prin structura lor arhitecturală foarte complexă, alcătuită din componente bioenergetice cu funcții interconexate atît între ele cît și cu întregul, care supraviețuiesc grație mecanismelor de autoreglare. Sistemul biocibernetic este un sistem dinamic prin capacitatea efectuării funcțiilor de autoreglare a fluxului energetic caracteristic tuturor organismelor biostructurate, a căror existență se limitează între parametrii specifici informațiilor genetice.

Rezultă că prin autoreglarea funcțiilor vitale ale organismelor vii se păstrează integralitatea și echilibrul dinamic, ceea ce implică un control automat al

propriei funcționări, care face ca sistemul să recepționeze informațiile din mediu, să le prelucreze și să dea un răspuns adecvat, prin care se anihilează acțiunea nefavorabilă din exterior. Totodată, mecanismul de autoreglare controlează și compară răspunsul cu comenzile primite. Pentru organismele vii este important să se efectueze un anumit control a ceea ce se execută în mod concret, cu ceea ce trebuie de făcut.

Schema sistemului de control prin autoreglare este indicată în fig. 1.

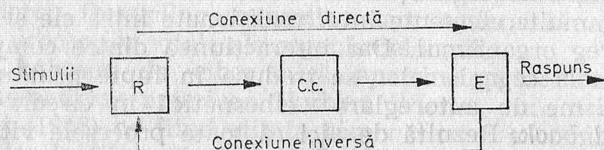


Fig. 1. Mecanism de autoreglare. R = dispozitiv de recepție; C.c. = centrul de comandă pentru analiza informațiilor; E = efector

Prin conexiune inversă, de tipul feed back răspunsul se comunică automat la dispozitivul receptor și apoi la centrul de comandă unde se compară cu comanda emisă. În funcțiile vitale, se execută mai frecvent conexiunea inversă, cînd o anumită substanță sintetizată influențează automat asupra stimulului, care anihilează imediat procesul de sinteză de care nu mai este nevoie.

1. Recepția informațiilor din mediu

Organismele vii, fiind sisteme deschise, se găsesc permanent în contact cu factorii mediului ambiant cu care coexistă prin schimburi de substanțe și

energie. În același timp, complexitatea variată a mediului determină anumite informații asupra tuturor ființelor viețuitoare din ecosistem. Unele informații din exterior sînt favorabile sau chiar necesare, dar altele pot fi dăunătoare, față de care biosistemele se apără prin mecanisme de autoreglare. Cantitatea de informații din exterior este cu atît mai mare cu cît organismele sînt mai complexe structural și au mai multe puncte de legătură cu mediul. Cantitatea de informații care acționează asupra organismelor biologice se poate estima în unități de informații. O singură unitate de informație se numește *bit* (de la cuvintele din limba engleză: *bi*nary digi*t* care se calculează după formula:

$$I = \lg \frac{1}{P}$$

în care I reprezintă informația și P posibilitatea de realizare a organismului, adică ori se poate, ori nu se poate realiza informația respectivă. Un singur bit reprezintă cantitatea de informație care se produce de un eveniment care nu poate avea decît două rezultate egal de posibile. Deci, atunci cînd $P = 1/2$, un *bit* este logaritmul lui 2, adică informația $I = \lg 2$. Această formulă a fost stabilită și demonstrată de C. E. Shannon (1948).

Organismele mai evoluate pot recepționa un număr mai mare de *biți*, după structura pe care o au, astfel o unitate de informație alcătuită din 8 *biți* se numește un octet. În sistemele electronice de calcul, cînd se lucrează cu cantități foarte mari de informații, unitatea de măsură a *biților* este kilo-octetul *(ko)*. Un singur *ko* $= 2^{10}$ octeți. Animalele nu pot recepționa decît un anumit număr de *biți*. Organele de simț recepționează informațiile din mediu, pe care le transformă în impulsuri nervoase, care

trec prin sinapse spre centrii de prelucrare din scoarța cerebrală. Aici informația se decodifică, transformîndu-se în comenzi adecvate, care constituie reacția organismului la excitantul extern. Cu aceste probleme se ocupă neurocibernetica, domeniu în care au adus contribuții însemnate: C. Bălăceanu și Edmond Nicolau. Debitul de informații se exprimă în *biți* pe secundă. Este important de menționat că ochiul omenesc este cel mai sensibil organ de simț, care poate transmite cîte un *bit* pe secundă pentru fiecare fibră nervoasă. Dar, ochiul omului poate avea 10^8 fibre nervoase cu legătură la creier, poate recepționa un milion de *biți* pe secundă. Urechea omului poate recepționa 50 000 *biți* pe secundă. Dar, în mod conștient, omul prelucrează doar 35 *biți* pe secundă.

Informația genetică este localizată în gene, a căror totalitate constituie programul genetic, care determină modul de manifestare a organismelor vii, structura și funcțiile vieții. Organismul uman are în fiecre celulă aproximativ 50 000 de gene. În cibernetică, prin informație se înțelege un mesaj despre evenimentele care pot avea loc într-un sistem biologic (P. Raicu, 1984). Informația genetică este codificată în gene sub formă biochimică și se decodifică prin funcția heterocatalitică, în cîteva etape, ce se realizează prin transferul bioenergetic, la care participă unele enzime și unele molecule macroergice.

Informația genetică, de la apariția ei, o dată cu viața, a evoluat prin mutații și recombinare genetică, precum și prin mărirea numărului de gene din programele genetice.

Prin anumite tehnici de inginerie genetică, omul poate modifica în prezent informația genetică, conform cerințelor societății de mîine.

2. Caracterul dinamic al sistemului biocibernetic

Biocibernetica studiază mecanismele de autoreglare a funcțiilor vitale ale tuturor viețuitoarelor asigurîndu-le homeostazia, adică integralitatea, cu toate însușirile ce îi sînt specifice. Acest atribut vital, ca de altfel orice manifestare legată de viață nu se poate realiza fără o anumită cantitate de energie, pe care organismele vii o produc atunci cînd trebuie și exact cît este necesar. Toate ființele, de la cel mai minuscul procariot, pînă la cele mai complexe structuri sînt sisteme bioenergetice, a căror viață constituie un permanent flux de bioreacții, care se succed unele după altele, atît cu consum de energie, cît și cu producerea ei, într-o ordine și o precizie uimitoare. Toate aceste mii și mii de ecuații ale vieții, se petrec grație mecanismelor de autoreglare de tip biocibernetic. Este de subliniat că autoreglarea nu acționează direct asupra materiei, ci prin fluxurile energetice, fără de care nu se pot construi structuri de nici un fel. Biomateria este energetică prin natura ei, însușire care îi conferă capacitatea antientropică, în pofida celui de al doilea principiu al termodinamicii. Din cele menționate, se desprinde că biomateria este autoenergetică, constituind o unitate cu caracter universal pentru toată lumea vie.

Biocibernetica constituie un sistem reglator al convertirilor bioenergetice, cu capacitatea de a stabili cu exactitate momentele de transformare ale acestora, de la cea calorică la cea chimică sau bioelectromagnetică, al căror flux pulsează dinamica vieții. Pe această cale, complexul informațional din cadrul mediului ambiant, toate formele de metabolism, conexiunile acestora cu sistemul nervos și endocrin, aparatul locomotor, circulator și respira-

tor, pot funcționa într-un sistem sincronizat prin mecanisme de autoreglare de tip cibernetic.

Întregul ansamblu al funcțiilor fiziologice, precum toate procesele biofizice și biochimice, care se împletesc sinergetic cu biostructura organismelor, constituie o desfășurare a programului genetic, moștenit ereditar, de la zămislirea vieții pînă-n prezent. Programul genetic se desfășoară informațional și se succede în fluxuri bioenergetice, de la simplu la complex, în cadrul unor parametrii determinați de factorii ereditari, cu un specific propriu tuturor indivizilor biologici, precum și oricăror unități taxonomice. Desigur că viața tuturor organismelor biologice se derulează conform sistemului informațional genetic, la care se adaugă unele retușuri ale mediului ambiant de coexistență, care le imprimă un anumit fenotip cu mici abateri de la genotipul ereditar.

Caracterul dinamic al mecanismului biocibernetic constă în capacitatea lui de a regla anumite funcții biologice pentru a evita acțiunea entropică, menținînd sau recîștigînd ordinea structurală și funcțională a unui biosistem.

Pentru a putea desfășura o anumită reglare, sistemul cibernetic trebuie să recepționeze un anumit semnal, pe care să-l transpună unui centru analizator, care să elaboreze comenzile necesare, prin organul de execuție, în vederea restabilirii ordinei. Acest proces fiind dinamic, cu anumite cheltuieli de energie, sistemul cibernetic trebuie să primească o cantitate de energie suficientă pentru a efectua comenzile necesare în mod corespunzător, altfel reglarea nu poate fi eficace.

Spre exemplu, să arătăm reglarea cantității de glucoză din sînge, prevenind diabetul zaharat. În mod normal cantitatea de glucoză în sînge oscilează între 70—120 miligrame procente la mililitru. Creșterea

sau scăderea, peste limitele admise, produce tulburări care pot fi destul de grave. În cazul în care cantitatea de glucoză este mai mare, devine un stimul (*S*) care acționează asupra hipofizei care, în acest caz, reprezintă organul de recepție (*R*). Aceasta declanșează secreția insulinei, de către anumite glande ale pancreasului, reprezentînd organul de analiză și de comandă (*AC*) avînd ca urmare transportul de insulină prin intermediul vaselor sanguine, pe cale eferentă (*CE*), la organul efector (*E*), alcătuit din țesuturile și celulele în care se metabolizează glucoza. Acest proces final reprezintă răspunsul (*Rs*) la comanda declanșată prin dispozitivul de comandă și, ca rezultat, cantitatea de glucoză din sînge scade proporțional cu comanda sistemului de autoreglare. Cînd cantitatea de glucoză din sînge scade sub limita normală, este sesizată hipofiza, prin conexiune inversă, de tipul *feed back*, ca urmare se micșorează secreția de insulină.

Acest ciclu dintre calea aferentă și eferentă are loc în flux continuu și, ca urmare, cantitatea de glucoză din sînge se menține între limitele normale (fig. 2).

Prin mecanisme de autoreglare, organismele vii sînt capabile să-și păstreze homeostazia și să în-

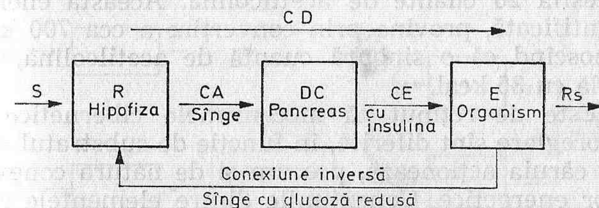


Fig. 2. Autoreglarea glicemiei. S = stimul, R = receptor; CA = calea aferentă; CE = calea eferentă; DC = dispozitivul de comandă; E = efector; Rs = răspuns.

frunte acțiunile nocive din mediul ambiant. Dereglările funcționale, care apar, dacă nu pot fi autoreglate în timp util declanșează stări patologice, numite de specialiști cibernoze. Unele cibernoze pot fi foarte grave, ca de pildă dereglările sistemului nervos, imunitar, endocrin etc.

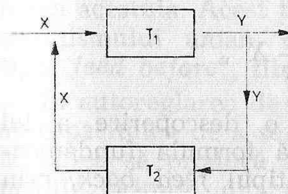
Aspectul dinamic al mecanismelor de autoreglare constă în capacitatea unor perfecte coordonări de interconexare printr-o super-sincronizare a mai multor tipuri de autoreglări care se petrec, cu deosebire în organismul uman, cu o repeziciune și exactitate, pe care nici o mașină făcută de om nu o poate reproduce. Desigur, numeroasele autoreglări se succed în flux energetic, de care se achită toate organismele vii, cu o perfecțiune uimitoare. Această capacitate de coordonare în succesiunea de timp a sistemelor de autoreglare prin mecanisme cibernetice, se datorește unui centru din hipotalamus. Interconexarea acestor procese este efectuată de fibrele nervoase de legătură, de cele aferente și eferente, în care stimulul se propagă cu o viteză de la 100 pînă la 350 km/oră, în funcție de grosimea fibrelor nervoase. Energia necesară provine prin convertire, transformîndu-se în bioelectricitate exprimată în eV, adică în bioelectrovolți care, la nivelul sinapselor, necesită 20 cuante de acetilcolină. Această energie cuantificată, provine prin convertire a cca 700 kcal, cunoscînd că o singură cuantă de acetilcolină este egală cu 35 kcal.

Este de reținut că mecanismele cibernetice de autoreglare sînt diferite, în funcție de substratul asupra căruia acționează, precum și de natura conexiunilor energetice. Conexiunile dintre elementele constitutive sînt de asemenea deosebite de la un sistem cibernetic la altul. Spre exemplu, dacă aceeași intrare X acționează asupra a 2—3 sau mai multe

elemente, pe care trebuie să le rezolve și să le declanșeze într-o ieșire Y, atunci avem de-a face cu o conexiune numită în paralel. În această conexiune, mărimea sau valoarea lui X va suferi o transformare egală cu suma elementelor operatoare, însemnate cu T_1 și T_2 care acționează asupra ieșirilor Y. Organizarea în paralel a conexiunilor este reprezentată în fig. 3.

Spre deosebire de această organizare, privind conexiunile elementelor din sistemul cibernetic, în domeniul biologiei, cele mai multe sisteme acționează prin conexiune în circuit de tipul *feed back*. Astfel, mărimea de ieșire a elementului T_2 prin conexiune inversă devine egală cu mărimea de intrare T_1; atunci ambele elemente formează un circuit. În această conexiune, mărimea de ieșire a elementului T_1 acționează asupra lui T_2, dar și mărimea de ieșire a elementului T_2 acționează asupra lui T_1. Acest fel de circuit se efectuează prin conexiune inversă tip *feed back*, prin care elementul T_2 controlează ieșirea lui T_1, cu controlul activității de rezolvare a traductorului. (A. Restian)

Organizarea conexiunii în circuit închis, de tipul *feed back*, este redată în fig. 4.



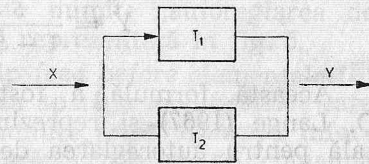


Fig. 3. Organizarea conexiunilor în paralel

Fig. 4. Organizarea în circuit închis de tip feed back

În organizarea circuitului închis, elementul T_1 devine sistem reglat, iar elementul T_2 devine reglatorul conexiunii. În acest caz mărimea ieșirii Y devine egală cu transformarea pe care sistemul T_1, cel reglat, o poate să aibă asupra mărimilor sale de intrare, transformată din X în $X + \Delta X$. Rezultă că $Y = T_1 (X + \Delta X)$.

Se consideră că variația intrării ΔX este egală cu transformarea pe care T_2, ca reglator, o poate imprima mărimii lui Y.

În biocibernetică ne interesează rezolvarea autoreglării, deci ieșirile, așa încît putem determina mărimea lui Y după următoarea formulă:

$$Y = T_1(X + T_2Y)$$

de unde $$Y = T_1X + T_1T_2Y$$

sau:

$$Y = \frac{T_1}{1 - T_1T_2} X$$

În cazul că îl înlocuim pe T_1 cu S, ceea ce reprezintă sistemul reglat, iar pe T_2, care este sistemul reglator, cu R, atunci prin înlocuirea din formula anterioară, rezultă valoarea lui Y, după cum urmează:

$$Y = \frac{S}{1 - SR} X$$

Această formulă a fost o descoperire a lui O. Lange (1967) și reprezintă formula fundamentală pentru autoreglarea de tipul *feed back*, prin conexiune inversă.

Este de menționat că importanța practică pentru medicină a reglării și autoreglării unor funcții vitale, a fost studiată încă din anul 1923 și 1928 de medicul român D. Danielopolu, preocupat de reglările sistemelor umorale, care a fost și printre cei dintîi care a folosit termenul de homeostazie. Ulterior, lucrări similare au fost abordate de medicul Șt. Odobleja (1938) și de P. Postelnicu (1944), pentru ca în prezent, biocibernetica să fie în atenția multor cercetători.

În efectuarea mecanismelor de autoreglare a funcțiilor vitale, este important să existe o concordanță între timpul necesar de străbarte a distanței de la centrul de comandă la organul de reglat și acela necesar pentru parcurgerea drumului invers, caracteristic tipului *feed back*. Dacă acești timpi nu sînt sincronizați, autoreglarea nu poate asigura stabilitatea sistemului, generînd anumite erori. Pentru a putea evita erorile care pot să apară în efectuarea funcțiilor de autoreglare, organismele evoluate dispun de un mecanism capabil să prevină unele erori. Pentru ca mecanismul cibernetic de autoreglare să poată preveni erorile, este necesar ca pe lîngă elementele notate cu T_2, care monitorizează funcționarea elementului T_1, să existe și alte elemente (E) care să monitorizeze modificările care pot avea loc în afara sistemului capabile să influnțeze funcționarea acestuia. Acest tip de autoreglare, caracteristic organismului uman, este numit: „autoreglarea de tipul *feed before*“, fiind reprezentată în fig. 5.

În autoreglarea de tip *feed before* elementele (E) au capacitatea de a sesiza apariția modificărilor care ar putea să producă anumite erori, transmit informațiile primite din afară, centrului de comandă (Cc) care le prelucrează ca, după aceea, să elaboreze comenzile cuvenite pentru organele de execuție (S). Elementele de sesizare: T_1, T_2 . . ., T_n supraveghează

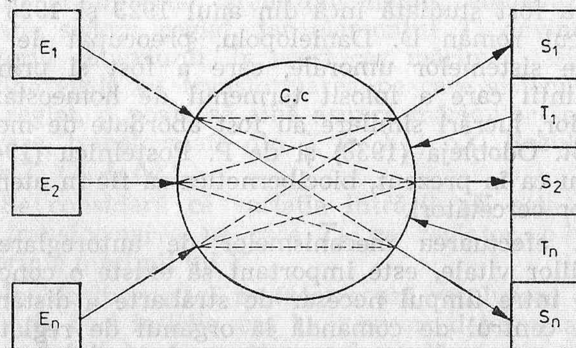


Fig. 5. Schema tipului de autoreglare feed before

starea sistemelor S_1, $S_2 \ldots$, S_n și elementele E_1, $E_2 \ldots$, E_n, care reprezintă factorii din mediul extern, cu capacitatea de a putea acționa asupra subsistemelor. În acest sistem, centrul de comandă (*Cc*) trebuie să fie în stare că prelucreze informațiile pe care le-a elaborat elementele E_1, $E_2 \ldots$, E_n în așa fel ca să poată preveni modificările pe care perturbațiile din mediu le produc.

Deosebirea între mceanismul de *feed back* și *feed before* constă în aceea că, în primul caz, informațiile se primesc retroactiv, pe cînd în al doilea, informațiile trebuie primite și prelucrate înainte de producerea lor.

Mecanismul de *feed before* se desfășoară asemănător cu teoria matematică a jocurilor între doi parteneri, conform ideilor lui von Neumann și Morgenstern (1974); Owen G. (1974); Ciucu și Iosifescu (1965). În exemplul nostru partenerii sînt organismul și mediul. Este știut că mediul tinde să producă acțiuni provocatoare organismului, conform celui de al doilea principiu al termodinamicii. Organismul

se apără de provocările factorilor de mediu și cîștigă cu atît mai bine, cu cît poate preveni cît mai multe din formele de atac ale adversarului. Ordinea pe care o pierde organismul este preluată de mediu și invers. Am putea considera că întreaga materie vie de pe Terra se prezintă ca un joc între cei doi adversari: entropie și antientropie. Înfățișarea feerică a biosferei este rezultatul jocului care evoluează neîntrerupt între cei mai mari adversari: viața și antiviața.

Sistemul biocibernetic de tipul *feed before* poate să fie generat din mecanismul de *feed back*, atunci cînd la centrul de comandă al acestuia vin informații și din exterior, din mediu, generate de modificările care produc variații elementului reglat. De altă parte mecanismul de *feed before* poate fi completat cu cel de *feed back* (fig. 6).

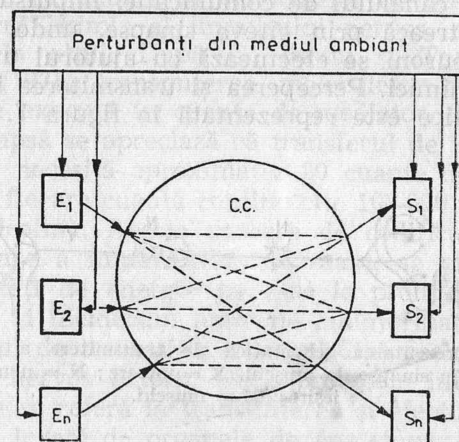


Fig. 6. Schema de transformare a mecanismului de feed back în feed before, E_1, $E_2 \ldots E_u$ = recepționate de exteroceptori; S_1, S_2, S_n = informații modificate de elemente

Mecanismul de *feed before* este mai mult un sistem de conducere decît de reglare, prin posibilitatea de alegere a comenzilor în funcție de avalanșa informațiilor asupra organului de reglat. În organismul prea complex al omului, centrul de comandă devine un sistem foarte încărcat, precum evolutiv a devenit creierul speciei umane, tot mai mult suprasolicitat de numeroase informații.

Spre deosebire de informațiile care aparțin funcțiilor fiziologice, cele care sînt aduse pe unde luminoase sau acustice, trebuie să fie trecute în prealabil printr-un proces de codificare, pe stimulii nervoși, deoarece numai astfel se pot transmite pe căile nervoase. Stimulii nervoși, preiau informația și o predau prin fibrele nervoase, pînă cînd ajunge, sub formă de comandă, la nivelul organelor de execuție, care pot fi anumite glande sau mușchi. În funcție de lungimea canalului de comunicație, impulsurile trebuie să treacă prin cîteva sinapse, unde legătura dintre neuroni se efectuează cu ajutorul unor mediatori chimici. Perceperea și transmiterea informației acustice este reprezentată în figura 7.

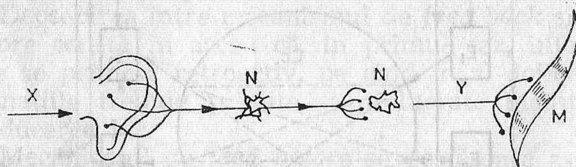


Fig. 7. Reprezentarea schematică de transmitere a informației acustice, prin sinapse, la mușchi. X = intrare; N = neuroni; Y = ieșire; M = mușchi.

La nivelul receptorilor periferici, în cazul de față urechea, trecerea informației, la intrarea dendritică a neuronului, reprezintă un aspect calitativ

și energetic. Aspectul cantitativ constă în frecvența stimulilor nervoși și intensitatea semnalelor de intrare. Acest aspect este reprezentat prin formula:

$$F = k \lg I$$

în care F este frecvența semnalelor de ieșire, iar I reprezintă intensitatea semnalelor de intrare, k este o constantă. Această formulă indică codificarea logaritmică a semnalelor de intrare care pot varia în limite destul de largi. Organismul uman poate recepționa și transmite un mare număr de semnale. Pe cale luminoasă, ochiul omului poate să recepționeze semnale a căror intensitate poate să varieze de la 10 pînă la 200 000 de lucși. Informația ajunsă la capătul neuronului se decodifică și se recodifică la nivelul sinapselor. Recodificarea informațiilor ajunse la sinapse necesită o anumită cantitate de bioenergie, egală cu eliberarea moleculelor de acetilcolină, mediatorul chimic al impulsului nervos, de la un neuron la altul. După G. Badiu și Teodorescu-Exarcu (1978) transmiterea moleculelor de acetilcolină se execută în cuante de mediator. La o singură sinapsă se apreciază că transferul de impulsuri nervoase necesită aproximativ 20 cuante de mediator și că fiecare cuantă conține cîte 100 000 molecule de acetilcolină. Aceste procese de codificare și de recodificare a impulsurilor nervoase, se efectuează cu cantități de energie pe care le produc celulele nervoase și nicidecum luate de la informația adusă pe canalul de transmisie a impulsului preluat de la stimulul nervos extern. Deci, procesele informaționale care se referă la transmiterea și efectuarea comenzilor legate de organele de auz și văz, primesc cuantele de energie de la sistemul nervos și, în general, de la sistemul cibernetic autoreglator. În acest

fel, sistemul cibernetic apare independent de sistemul informațional din mediul înconjurător și funcționează după un program propriu, utilizînd energie proprie cu multă economie, deoarece autoreglarea necesită cantități mici de energie. Datorită acestor însușiri, sistemele cibernetice scapă în mare măsură de sub acțiunea celui de al doilea principiu al termodinamicii, putînd să-și exercite funcția după legile proprii. În cele mai multe sisteme cibernetice, elementul reglator (*R*) poate sesiza variațiile elementului reglat (*S*), fie direct, fie prin intermediul unui traductor (*T*), capabil să transforme variațiile substanțial-energetice în informații pe care le transmite retroactiv centrului de comandă *Cc*. După analiza informației primite, centrul de comandă (*Cc*) trimite comenzile necesare organului reglat și organelor de execuție (*OE*). Acest mod de autoreglare este de tipul *feed back*, reprezentat în figura nr. 8.

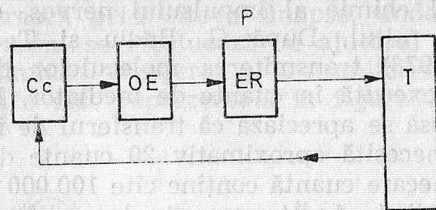


Fig. 8. Schema mecanismului feed-back perfecționat. C.c. = centru de comandă; DE = organ de execuție; ER = elementul de reglat; T = traductor; P = factorii perturbanți din mediu.

Mecanismul cibernetic de tipul *feed back* perfecționat este prevăzut cu un traductor care poate sesiza variațiile elementului reglat și în anumite momente se transformă în mecanism de tip *feed before* în cazul în care centrul de comandă (*Cc*) primește în plus informații, generate de anumiți factori perturbanți (*P*), care acționează asupra elementului reglat. Acest mecanism mai evoluat, caracteristic organismelor mai complexe, este capabil nu numai să prevină, dar să și corecteze acele modificări care acționează asupra elementului reglat (*ER*).

Mecanismul *feed before* poate primi și prelucra mult mai multe informații, inclusiv pe cele perturbante din mediu, de aceea constituie un mecanism cibernetic superior, generat de organismele mai complexe. Acest sistem este o autocreație a complexelor de biostructuri, născută din necesitate, în vederea capacității de autoreglare a funcțiilor vitale mai evoluate. În lipsa acestui mecanism cibernetic, organismele vii mai complexe, cu deosebire omul, nu ar putea face față informațiilor perturbante și ar fi supuse pieirii. Se poate concluziona că organismele vii sînt capabile să-și apere integralitatea și perpetuarea, prin autocreații ale unor mecanisme care să corespundă condițiilor din mediul înconjurător cu care și în care coexistă în interdependență.

În mecanismul de tip *feed before*, volumul ieșirilor este în funcție de cel al intrărilor, în cazul de față și al perturbărilor, de aceea formula prin care se determină ieșirile (*Y*) (după O. Lange) se poate prezenta după cum urmează:

$$Y = \frac{S}{1 - SR} XP$$

XP reprezintă intrările produse de informațiile care acționează asupra substratului de autoreglat, împreună cu informația perturbantă din mediul ambiant (*P*) care, dacă depășesc anumite limite ale capacității de autoreglare, afectează mecanismele cibernetice de *feed back* și de *feed before*, ceea ce are

ca urmare apariția unor maladii, pe care le numim cibernoze.

Sănătatea organismelor, precum și supraviețuirea lor, depinde în mare măsură de capacitatea sistemelor cibernetice, privind autoreglarea funcțiilor vitale, în condiții adecvate cu structura lor specifică. Este de menționat că mecanismele cibernetice, care reglează funcțiile energetice ale vieții, au apărut simultan cu primele organisme, cu care au evoluat pînă la formele cele mai complexe. În măsura dezvoltării ascendente a ființelor, paralel cu evoluția acestora, a trebuit ca și sistemul cibernetic să se dezvolte în armonie corespunzătoare cu biostructura, deoarece între ele există o legătură organică, inseparabilă una de alta.

Dacă primele organisme, cu organizare structurală simplă, au posedat mecanisme elementare de autoreglare, în schimb cele mai evoluate dispun de mai multe mecanisme de autoreglare. Organismul uman, care este cel mai complex, prezintă un mare număr de aparate de reglare, care trebuie să corespundă tuturor organelor și al funcțiilor pe care le îndeplinesc. Cunoscînd această hipercomplexitate, înțelegem necesitatea unui mare număr și foarte variat de mecanisme cibernetice care trebuie să regleze cu multă precizie toate funcțiile vitale în parte și separat pe toate la un loc. Dacă din multiplele subsisteme ale organismului uman, fiecare ar funcționa independent, fără o interdependență corespunzătoare, viața ar fi de neconceput. De aceea, precum organismul și-a creat toate funcțiile ca să corespundă armonios organelor, tot așa a trebuit să-și dezvolte mecanismele de autoreglare în interdependență unele cu altele. Organismul uman s-a autoperfecționat în sincron cu sistemul informațional genetic, cu o perfecțiune uimitoare, fapt ce asigură menținerea integralității cu întreg arsenalul de funcții, intercodificate în cuante bioenergetice care se succed ordonat, dîndu-i capacitatea antientropică de absolută necesitate supraviețuirii. Procesul de sincronizare între diversele mecanisme cibernetice, se realizează grație structurii sistemului nervos care poate coordona întreg fluxul bioenergetic al organismului, avînd un centru de prelucrare și de comandă în anumite puncte situate în hipotalamus. Toate aceste funcții bioenergetice care se derulează permanent în mod ordonat, reprezintă fluxul de viață ale organismului care este autoreglat în cuante cibernetice, intersincronizate într-o matematică corespunzătoare supraviețuirii.

CAPACITĂȚILE ANTIENTROPICE ALE ORGANISMELOR VII

Ordinea structurală și funcțională a sistemelor biologice, prin care se asigură integralitatea lor, în pofida celui de al doilea principiu al termodinamicii, se realizează datorită fluxurilor bioenergetice intercondiționate, grație capacității de autoreglare prin mecanisme cibernetice. Organismele vii, așa cum se prezintă de-a lungul erelor geologice, constituie rezultatul marelui joc al evoluției. Pe arena acestui joc care se desfășoară între viață și antiviață, factorii entropici aflați în mediu acționează permanent asupra elementelor antientropice, ca între doi adversari aflați veșnic într-o mișcare energetică. Cîștigul de puncte al unuia dintre parteneri se rezolvă prin pierderea celuilalt și invers. Organismele vii, fiindcă sînt sisteme autoenergetice, utilizează anumite mijloace defensive, pentru a se putea sustrage de atacuri, apărîndu-și integralitatea necesară supraviețuirii.

Capacitatea antientropică ce caracterizează materia vie este funcția de utilizare a următoarelor mijloace:

1. Accelerarea reacțiilor biochimice

Pentru ca reacțiile biochimice din organismele vii să se desfășoare în timp cît se poate de scurt, ele trebuie să dispună de o anumită energie de activare, deoarece nu pot și nici nu trebuie să dobîndească creșterea temperaturii care le-ar distruge, recurg la niște catalizatori. (Dixon și E. Webb, 1965).

Catalizările reacțiilor biologice sînt îndeplinite de către enzime care, pe lîngă substratul proteic, prezintă o grupare neproteică, numită coenzimă, care posedă facultatea de a accelera reacțiile biochimice. Coenzima este formată din cîteva molecule mai mici de hormoni, vitamine sau ioni metalici. Conform cu structura moleculară, enzimele au o anumită specificitate, acționînd numai asupra unei substanțe. Renumitul enzimolog Emil Fischer a explicat caracterul specific al enzimelor emițînd „teoria cheii și lacătului".

2. Cuplarea reacțiilor endergonice cu cele exergonice

Unirea între aminoacizi constituie o reacție endergonică, necesitînd 5 500 cal mol. În funcție de numărul moleculelor care intră în sinteza proteinelor se consumă o mare cantitate de energie. Dacă aceste reacții consumatoare de energie nu ar fi cuplate cu reacții exergonice, producătoare de energie, organismele nu ar putea sintetiza substanțele proteice absolut necesare. De aceea, aminoacizii trebuie activați prin fosforilare, fiecare cu cîte o moleculă de ATP (adenozin-trifosforic) care oferă 7 000 cal mol. Rezultă deci că prin cuplarea reacțiilor ener-

getice, organismul poate primi un plus de energie, de care are nevoie pentru menţinerea capacităţii antientropice.

3. Înlănţuirea fenomenelor energetice

Pentru a sintetiza o moleculă de proteină, anumite secvenţe de ADN din cromozom, iniţial trebuie să sintetizeze o moleculă de *mRNA* (acid ribonucleic mesager), de *rRNA* (acid ribonucleic ribozomal) şi de *tRNA* (acid ribonucleic de transfer) care se poate lega de un aminoacid pe care îl transportă la ribozom, unde are loc sinteza proteinei. Toate aceste reacţii consumă o anumită cantitate de energie, ce se asigură de anumite enzime prin cuplarea lor cu reacţii exergonice. Succesiunea şi înlănţuirea unor reacţii exergonice asigură caracterul antientropic al organismelor.

4. Recunoaşterea substratului de către enzime

Recunoaşterea substratului, care trebuie catalizat, constituie o însuşire specifică enzimelor. Acest fenomen, prin care o enzimă poate recunoaşte un anumit substrat şi nu altul, se datoreşte informaţiei moleculare după configuraţia spaţială, pe de o parte a enzimei şi pe de altă parte a substratului, deoarece ambele au o suprafaţă complementară, potrivindu-se exact pentru o cuplare armonică, ca între lacăt şi cheie. Conformaţia spaţială a unor molecule, aparţinînd substratului, generează o informaţie moleculară, cu care vine în legătură o anumită zonă a enzimei, cum se vede în figura 9.

Acţiunea de cuplare între substrat şi enzimă necesită o cantitate foarte mică de energie, de aproximativ 20 kcal/mol. Aceasta, spre deosebire de legă-

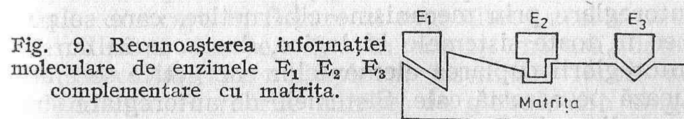


Fig. 9. Recunoaşterea informaţiei moleculare de enzimele E_1 E_2 E_3 complementare cu matriţa.

turile chimice, mult mai puternice, de 100—200 kcal/mol, în timp ce legăturile cele mai slabe, de tipul van der Waals, au o forţă de 0,02—2 kcal/mol, în comparaţie cu legăturile electrostatice de hidrogen, care leagă de exemplu catenele de cromozomi cu o energie de 2—8 kcal/mol. S-au menţionat aceste tipuri de energii, caracteristice sistemelor biologice, deoarece forţele slabe oferă o mai mare libertate de acţiune, permiţînd desfacerea lor în anumite condiţii de necesitate, ca de exemplu în transportul aminoacizilor de moleculele de *tRNA*.

Prin intermediul informaţiei moleculare se efectuează şi reacţiile de imunologie, prin cuplarea anticorpilor cu antigenul recunoscut. Membrana limfocitelor şi a macrofagelor prezintă nişte receptori care pot fixa antigenii care se potrivesc complementar (fig. 10).

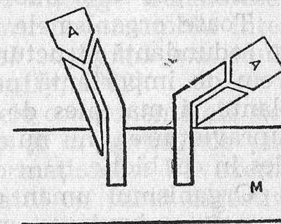


Fig. 10. Reacţia dintre antigen-anticorp. A = anticorp; M = membrana limfocitei.

Forțele de atracție dintre anticorp și antigen sînt electrostatice, oscilînd între 2—8 kcal/mol.

Informația moleculară de configurație spațial-complementară are un rol important în procesele de autoreglare prin mecanisme cibernetice, care se petrec în toate sistemele biologice, deoarece în cursul autoreglării cuplarea elementelor energetice se efectuează pe această cale. Sistemele de autoreglare sînt termodinamice, în care se petrec numeroase reacții biochimice și însemnate cuplări sau decuplări între represori, operon și anumite enzime.

5. Producerea de redundanță

Organismele vii, pentru menținerea integralității lor specifice, fiind supuse permanent acțiunilor entropice din mediul înconjurător, trebuie să realizeze un exces de ordine, deoarece sînt nevoite să cedeze entropiei mici cantități din ordinea lor.

Redundanța structurală constituie un mijloc de menținere a integralității sistemelor biologice în decursul generațiilor care se succed. De exemplu, redundanța structurală la bacterii constă în capacitatea deosebită de multiplicare prin diviziune, fără modificarea însușirilor morfologice. Unele bacterii, se înmulțesc cu o rapiditate foarte mare încît, în 30 de minute, pot să-și dubleze masa structurală.

Toate organismele vii prezintă un anumit grad de redundanță structurală și fiziologică, însușire extrem de importantă pentru înzestrarea speciilor de plante și mai ales de animale, pentru a-și asigura supraviețuirea, nu numai în mediul abiotic, dar mai ales în cel biotic.

Organismul uman dispune, de asemenea, de însemnate redundanțe, cu deosebire de ordin funcțional și, spre deosebire de mamiferele mai evoluate, prezintă un numeros și variat sistem biocibernetic, grație căruia se autoreglează toate procesele vitale. Organismul unui om dispune de aproximativ $5 \cdot 10^{12}$ celule, din care în fiecare zi mor cîteva zeci și zeci de milioane, dar se refac în aceeași măsură, datorită capacității în multiple și însemnate forme de redundanță. Pierderile zilnice, de globule din sînge și diverse celule, l-au determinat pe Gh. Marinescu să scrie între altele că omul deși moare mereu cîte puțin el și renaște în aceeași măsură. Peste toate acestea, în privința echilibrului dinamic, omul dispune permanent de un plus bioenergetic față de necesitatea lui de a învinge factorii entropici din mediul coexistent. De aceea putem considera că organismul uman dispune de un exces de ordine, că poate genera un plus de cuante energo-redundante și să-i dăm atributul pe lîngă Homo sapiens și de Homo redundantibus.

6. Stabilitatea conexiunilor

Sistemele biologice constau din anumite elemente, între care există raporturi de conexiune precum și între toate cu întregul. Conexiunile mai stabile definesc modul de organizare a sistemului respectiv. Prin organizarea sistemului se înțelege transformarea elementelor componente într-un ansamblu integrat și unitar, putînd astfel să se opună mai mult factorilor entropici (L. Bertalanffy, 1942).

Conexiunile dintre elementele componente ale sistemului se desfășoară în timp și în spațiu, ele putînd să fie energetice sau informaționale. Un exemplu de conexiuni prezintă ficatul cu tubul digestiv, de la care preia glucoza și în care varsă bila. Ficatul

are legături energetice și cu sistemul nervos, căruia îi asigură cerințele în glucoză, tot în acest fel are conexiuni cu sistemul muscular. Legăturile informaționale ale ficatului se mai întrețin cu metabolismul unor elemente, ele avînd rol și în reglarea tensiunii arteriale.

7. Organizarea în serie și în paralel

Sistemele biologice mai evoluate prezintă anumite procese fiziologice care se desfășoară în serie, ca de exemplu glicoliza, adică descompunerea glucidelor în ficat și în mușchi, prin 11 reacții biochimice, care se succed. Reglarea acestor reacții se desfășoară algoritmic într-o anumită serie.

Organizarea în paralel oferă sistemului o redundanță superioară și rezistentă la mai multe perturbări provocate, în anumite funcții fiziologice sau biologice. Astfel, mușchii striați posedă 4 000 capilare pe mm^2, iar mușchii cardiaci aproximativ 5 000 de capilare, la aceeași suprafață, cu toate că în repaus și în solicitări mai mici nu funcționează decît 300—500 de capilare. În solicitări mai mari acționează, în paralel, un număr mai mare de capilare. În mod similar, alveolele pulmonare acționează cu atît mai mult, cu cît trebuie să răspundă la solicitări mai intense.

8. Organizarea în circuit și de formă ramificată

Organizarea în circuit constituie un mijloc eficient în mecanismele cibernetice de autoreglare a funcțiilor specifice sistemelor biologice. De exemplu, în circuitul de *feed back* între substrat (*S*), enzimă

(*E*) și produsul obținut. În cazul în care cantitatea de substrat este mare, se intensifică activitatea enzimatică, pe cînd creșterea produsului final, dimpotrivă, inhibă activitatea enzimatică. În acest circuit de *feedback*, produsul final se menține la un nivel constant.

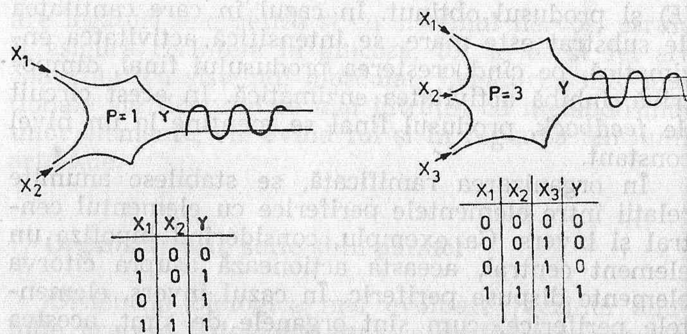
În organizarea ramificată, se stabilesc anumite relații între elementele periferice cu elementul central și invers. Ca exemplu, considerînd hipofiza un element central, aceasta acționează asupra cîtorva elemente dispuse periferic. În cazul invers, elementele periferice, cum sînt organele de simț, acestea trimit informații către elementul central.

Pe lîngă aceste feluri de organizare este cunoscută și o formă de organizare în rețea. Spre exemplu, sistemul nervos, în anumite împrejurări, poate alege mai multe căi de ieșire, corespunzătoare unei singure intrări, fără afectarea sistemului informațional genetic.

9. Alegerea circuitului logic

Prin circuit logic se înțelege un anumit mijloc de acțiune antientropică a sistemelor biologice, cînd ieșirea (*Y*) se armonizează cu intrările care pot fi: X_1, X_2, X_3 și se rezolvă prin intermediul sistemului nervos. Se ia în considerare că fiecare neuron prezintă anumite dendrite (prelungiri), care primesc excitațiile nervoase și le trimit prin axonul lor la sinapse, alcătuind la un loc un „operator logic" (Fig. 11).

În cazul în care neuronul are pragul de excitabilitate prin trei intări, X_1, X_2, X_3 și primește semnale de intrare pe toate aceste căi, atunci neuronul reprezintă un „operator logic conjunctiv". În acest



X_1	X_2	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

X_1	X_2	X_3	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

Fig. 11. Alegerea circuitului logic: a. operatorul logic conjunctiv; b. operatorul logic disjunctiv. X_1, X_2, X_3 = număr de intrări; Y = ieșire

circuit logic conjunctiv ieșirea (*Y*) se realizează numai dacă semnalele intră prin toate cele trei intrări.

Dacă neuronul are doar un prag care poate fi depășit de oricare dintre celelalte intrări, atunci circuitul logic este disjunctiv și emite semnalul de ieșire chiar și atunci cînd primește numai un singur semnal de intrare.

Există și cazul în care neuronul formează o sinapsă de inhibiție, dacă nu funcționează, atunci operatorul logic devine un operator de negație.

Circuitele logice au capacitatea de a prelucra intrările în așa fel ca să le dirijeze pe căile cele mai adecvate, după programul potrivit sistemului. Dacă, de exemplu, semnalele care vin din exterior se întîlnesc cu cele din interior, care vin dintr-un anumit nucleu aflat în hipotalamus (nucleul ventromedian), considerat ca centru al sațietății, determină un gen de comportament, dar dacă se va întîlni cu

un circuit dintr-un alt nucleu al hipotalamusului (nucleul lateral *NL*), considerat drept centru al foamei, atunci circuitul va determina un alt gen de comportament (După J. Tremoliers, 1973).

În fig. 12 se observă conversia dintre circuitele mediului extern cu circuitul intern, care străbate neuronii și care au centrul în nucleii din hipotalamus.

10. Programul genetic

Programul genetic cuprinde efectuarea tuturor informațiilor codificate în genele alcătuitoare ale cromozomilor și reprezintă principalul mijloc antientro-

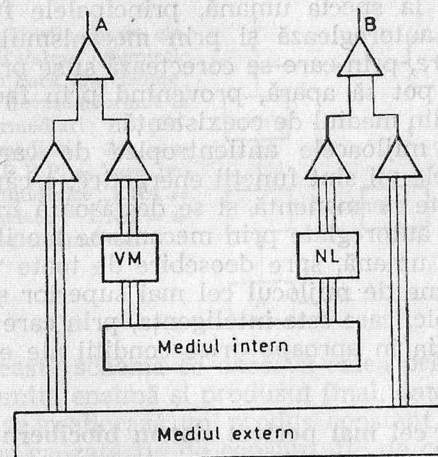


Fig. 12. Schema de prelucrare a semnalelor din circuitul extern și intern. NL = nucleul lateral al hipotalamusului; VM = nucleul ventromedian al hipotalamusului; A, B = cele două comportamente

pic pentru toate sistemele biologice. Supraviețuirea organismelor vii, nu poate fi concepută fără informația genetică, după care se programează complexitatea structurală și funcțională, caracteristică speciilor de plante și animale, inclusiv omului.

Programul genetic a trebuit să apară odată cu viața și a evoluat paralel cu toate ființele viețuitoare care s-au perindat de-a lungul erelor geologice pînă-n prezent, perfecționîndu-se în timp.

Eficacitatea antientropică a sistemelor biologice nu este identică la toate speciile, ea se realizează prin diverse mecanisme de autoreglare cibernetică, în marea majoritate a cazurilor prin *feed back*. După o anumită vreme, mecanismul de autoreglare s-a perfecționat și pentru ființele cele mai evoluate, cu deosebire la specia umană, principalele funcții ale vieții se autoreglează și prin mecanismul de tipul *feed before*, prin care se corectează și se prevăd erorile care pot să apară, provenind prin factori perturbanți din mediul de coexistență.

Toate mijloacele antientropice de care dispun organismele vii sînt funcții energetice, a căror manifestare este permanentă și se desfășoară în interdependență, autoreglate prin mecanisme biocibernetice.

Specia umană, spre deosebire de toate viețuitoarele dispune de mijlocul cel mai superior și evoluat antientropic, care este inteligența, prin care își apără homeostazia în aproape orice condiții ale existenței.

11. Omul, cel mai perfect sistem biocibernetic

Organismul uman este autoînzestrat cu cele mai evoluate mijloace antientropice, intercondiționate prin fluxuri bioenergetice, a căror echilibrare dinamică se efectuează în mod armonios sincronizate,

grație multiplelor mecanisme cibernetice. Dacă procesele bio-fizico-chimice sînt autoreglate pentru a corespunde acțiunilor antientropice, aceasta se datorește capacității sistemului biologic al omului de a rezolva informația genetică, la un nivel evoluat, superior.

Un exemplu de *feed back* corespunzător cu informația genetică poate fi redat prin intermediul unor enzime care recunosc substratul asupra căruia acționează, efectuînd legăturile dintre elementele sistemului cibernetic. Acest exemplu este redat în fig. 13.

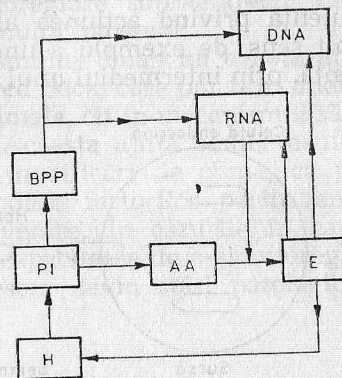


Fig. 13. Legăturile dintre elementele unui sistem cibernetic de tipul feed back. E = enzime; H = hrana de transformat în produși intermediari; Pl = produși intermediari; AA = aminoacizi; B.P.P. = baze purinice și pirimidinice; RNA = acizi ribonucleici; DNA = acizi deoxiribonucleici.

În această schemă se observă calea prin care între o anumită enzimă și produsul final, datorită autoreglării, se realizează un produs constant, în pofida variațiilor cauzate fie de consum, fie de creșterea în cantitate a unei substanțe. Acest mod de autoreglare se petrece frecvent în organismul uman, ca de pildă în procesul de degradare a glucozei.

În fig. 13, se observă rolul enzimei *(E)* care acționează asupra substanțelor din hrană *(H)* pe care le

transformă în produși intermediari *(PI)*, din care se vor obține aminoacizii *(AA)* în ordinea necesităților. De asemenea, din acele substanțe se sintetizează atît bazele purinice, cît și cele pirimidinice *(BPP)* care vor intra în compoziția moleculelor de *DNA* sau *RNA*, controlînd pe această cale propria lor sinteză (după A. Restian).

În biosistemul uman, frecvent există anumite legături informaționale, sub forma unor influențe reciproce între celule, prin intermediul unor cantități foarte mici de substanțe energetice (hormoni, vitamine etc.).

În fig. 14 este redată schematic o legătură de influență privind acțiunea altor celule, într-un anumit sens, de exemplu a unei celule față de o celulă țintă, prin intermediul unui hormon.

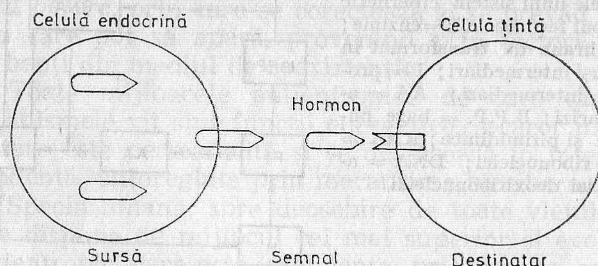


Fig. 14. Acțiunea unei celule endocrine asupra celulei țintă

Celula endocrină de influență este numită endocrinon, ea are capacitatea de a secreta un anumit hormon care să acționeze asupra celulei țintă (după Șt. Milcu, 1965).

Dacă celulele țintă, secretă și ele hormoni, care să influențeze retroactiv celulele care le-au stimulat, secreția de hormoni rămîne constantă chiar și în condițiile unui consum variat de hormon. Astfel se petrece în organismul uman secreția de cortizon sub acțiunea provocată de hipofiză. Un alt exemplu asemănător are loc prin intermediul sistemului nervos prin care se reglează presiunea arterială.

Organismul uman este cel mai complex și mai perfect sistem biocibernetic, deoarece anumite funcții care trebuie reglate necesită mai multe mecanisme de autoreglare. Spre exemplu, la reglarea volemiei, participă mecanisme cibernetice la nivelul rinichilor, al sistemului endocrin și chiar al celui nervos. Acest mod de autoreglare se numește supraetajată, în care mecanismele cibernetice sînt intercondiționate. Aceste mecanisme de autoreglare supraetajate, măresc fiabilitatea organismului omenesc.

Superioritatea organismului uman nu constă atît în mecanismele sale de *feed back*, care pot fi în unele cazuri mai perfecte la animale, cît în mecanismul său propriu de *feed before*. Aceasta ajută omul, insuficient adaptat la marile modificări de climă, ca pe diverse căi să se acomodeze factorilor perturbanți utilizînd măsuri de prevenire. În cazurile în care organismul uman nu are capacitatea de a-și autoregla funcțiile sale vitale, acestea devin stări patologice, numite cibernoze.

GENEZA VIEȚII PE TERRA

Apariția și originea vieții a constituit din cele mai îndepărtate vremuri o frămîntare a minții omenești și, în diversitatea opiniilor, au fost elaborate mai multe păreri și teorii, inițial mistice și eronate. Cuceririle științifice din ultimii ani, cu deosebire în domeniul fizicii, al chimiei și al biologiei, au radiat definitiv vechile concepții idealiste despre originea vieții și a fost adoptată concepția materialist-dialectică, ale cărei legi se bazează pe realitatea existentă și obiectivă despre multiplele fenomene din natură.

Din istoria teoriilor mistice despre originea vieții a dăinuit multă vreme concepția generației spontane, cu deosebire în Egiptul din antichitate, conform căreia din mîlul rămas după revărsarea Nilului, au luat naștere broaște, șerpi, șoareci etc. Chiar și Shakespeare a menționat în tragedia „Antoniu și Cleopatra" că Lepidus avea credința că, printre unele animale, și crocodilii s-au născut în chip misterios din mîlul Nilului. Dar nu numai în antichitate, ci și în evul mediu, pînă-n secolul al XVI-lea, au existat concepții de naivitate și misticism, privitor la apariția vieții.

Renumitul filozof din Grecia antică, Aristotel (384—322 î.e.n.) a crezut în teoria generației spontane, motiv pentru care concepția sa despre originea vieții a fost eronată.

Teoriile idealiste din trecut au fost spulberate de renumitul microbiolog Louis Pasteur (1822—1895), laureat al premiului Academiei de Științe din Franța, care a demonstrat experimental că nici microorganismele, invizibile cu ochiul liber, nu pot lua naștere în mod spontan, ci numai unele din altele, prin diviziune.

Descoperirea microscopului, precum apariția primelor concepții evoluționiste și, în cele din urmă, teoria evoluționistă a lui Darwin au pus capăt definitiv vechilor credințe mistice privind originea vieții. Darwin a demonstrat, cu numeroase materiale documentare, că animalele, așa cum sînt în prezent, constituie rezultatul evoluției de-a lungul erelor geologice și că nu au putut fi create de vreo putere supranaturală.

În secolul al XX-lea, evoluționismul clasic darvinist a fost îmbogățit cu descoperirile în domeniul geneticii, știință care explică mecanismele diversificării organismelor vii și a pus bazele teoriei sintetice a evoluției. Existența vieții pe Terra se datorește unui program genetic alcătuit din unități ereditare de bază, numite gene, de la care apar informațiile genetice, fără de care nu poate exista viață (P. Raicu).

La nivelul cunoștințelor actuale, viața constituie un complex de manifestări bioenergetice, pe care materia a cîștigat-o de-a lungul erelor geologice și a evoluat ca o necesitate legică a naturii. Nimic nu se poate petrece fără o anumită formă de energie, din întîmplare; la început a fost mișcarea fizică, care a generat mișcarea chimică și, în cele din urmă, prin conversiile acestora a apărut mișcarea biologică, care le cuprinde pe toate. Toate procesele, care se

petrec în intimitatea celulelor, sînt bioenergetice, care au evoluat de la zămislirea vieții, de acum 3,6 miliarde de ani pe planeta noastră, pînă în prezent. Cel mai complex organism bioenergetic este cel uman, în care se produc permanent toate formele de energie, transformîndu-se unele din altele în fluxuri intercondiționate, cu o precizie uimitoare și autoreglate prin mecanisme cibernetice. În fiecare moment, se petrec în organismul nostru sute și mii de procese (fizice, chimice și biologice, unele endergonice, altele exergonice) într-un echilibru dinamic, ceea ce asigură forțele vieții. Dacă toate aceste, extrem de numeroase și variate procese, se petrec într-o anumită ordine se datorește faptului că sînt automat sincronizate în timp util, în cuante bioenergetice, autoreglate. Întreg programul vieții se derulează conform informației genetice, de la care pornesc fluxurile energetice, care asamblează structura și toate funcțiile vitale specifice fiecărui organism, după chipul și asemănarea materialului ereditar, moștenit și transmis din generație în generație.

Apariția vieții pe Terra, trebuie considerată ca un proces de autogeneză a materiei, care în mod legic cuprinde în sine și energie. Materia este autoenergetică, fapt demonstrat prin intuiția genială a lui A. Einstein, după care energia aparține masei în mișcare, după formula:

$$E = m \cdot c^2$$

în care E = energia, m = masa și c^2 — este viteza luminii la pătrat. Această formulare o putem considera ca o lege generală a universului, după care masa, deci materia, este energetică, iar materia nu se poate separa de energie, după cum nici energia nu poate fi concepută în afara materiei. Materia biologică, indiferent de complexitatea pe care o are,

constituie o structură hiper-plurimoleculară, cu valențe și legături energetice, unele statice, altele mobile, ale căror interconexiuni pulsează în fluxuri care creează un cîmp biotic, mai precis bioenergetic, specific vieții. Viața trebuie considerată ca o materie bioenergetic-structurată, care s-a autocreat și a evoluat, îmbrăcînd diverse înfățișări, uneori ciudate, pînă la speciile care populează în prezent planeta noastră. Dar, este important de reținut că derularea formelor biostructurale, care s-au perindat pe Terra, de-a lungul erelor geologice, a constituit întotdeauna un anumit flux de cîmpuri bioenergetice, care au provocat evoluția materiei în contextul condițiilor de mediu. Viața nu a fost o creație supranaturală, ea nu este altceva decît însumarea prin conversie, în sincorn, a tuturor formelor bioenergetice care dăltuiesc materia după un program genetic ordonat. Oriunde în universul infinit, existența unor ființe viețuitoare, nu poate fi concepută decît drept rezultatul mișcării materiei prin propria sa energie, această rațiune aparține legității naturii.

Pe planeta noastră, se estimează că primele licăriri de viață au apărut de aproximativ 3,6 miliarde de ani, cu destulă certitudine într-un mediu acvatic, în așa-numită „supă organică", unde au putut exista numeroase molecule și substanțe de materie organică, ca rezultat al unor reacții chimice. Prin conexiunea interdependentă a multor procese chimice, datorită sintezelor și a polimerizărilor între anumite molecule, s-au născut macromolecule, cu începuturi de însușiri asemănătoare vieții.

Această perioadă premergătoare apariției vieții, numită prebiotică, după observațiile prof. P. Raicu, cuprinde două etape majore:

Etapa I-a, în care s-au sintetizat aminoacizii, bazele azotate și alți componenți organici, compușii fosforilați, zaharurile, grăsimile etc.

Etapa a II-a, cuprinde fenomenele de polimerizare între aminoacizi, sinteza de protenoizi și nucleotide, din care au rezultat polinucleotidele.

Etapa I-a a cuprins reacțiile de sinteză, datorită razelor ultraviolete, a descărcărilor electrice și a radiațiilor terestre, în condiții de temperatură ridicată. Ca urmare a condițiilor existente în atmosfera planetei primele sinteze care au avut loc între elementele componente, au dat naștere aminoacizilor și unor baze azotate.

Pentru a cunoaște procesele de început a sintezelor din acea vreme, oamenii de știință au efectuat mai multe experiențe, imitînd oarecum condițiile de atunci. Astfel, biochimistul Stanley Miller, de la Universitatea din Chicago (USA) a introdus într-un balon de sticlă, avînd o capacitate de 5 litri, un amestec de hidrogen (13%), metan (26%), amoniac (26%), cu vapori de apă (35%). Conținutul balonului a fost supus, timp de 7 zile, unor descărcări electrice generatoare de raze ultraviolete, la temperatura de 60°C. Analizînd conținutul lichidului format în balon, a determinat prezența următoarelor componente: acid cianhidric, acid formic, acid acetic, aminoacizi, între care: glicocol, alanină, glicină, sarcozină, b-alanină, acid glutamic și asparagic. De asemenea, a determinat cantități mici de glucide și substanțe grase. Partea gazoasă din balon, conținea CO_2, CO, N_2, amoniac și metan. În prezența oxigenului, aceste reacții nu se petrec, ceea ce confirmă ipoteza că atmosfera primitivă a fost lipsită inițial de oxigen. Miller a efectuat aceste experiențe în anul 1953 și, în continuare, au urmat alți cercetători, între care A. Pasînschi și T. Pavlovskaia, care au determinat

aceleași substanțe. În mod similar, I. Kamat și J. Oro (1961) au obținut rezultate asemănătoare. Ei au încălzit un amestec de acid malic și uree, la temperatura de 100—140°C, timp de 20 minute, în prezența acidului polifosforic și au obținut uracil și acizi ribonucleici.

Cercetătorii americani Cyril Ponamperuna și I. Mariner (1963), sub acțiunea razelor gamma, cu electroni și raze ultraviolete, au obținut diverși aminoacizi, precum și compuși macroergici, *AMP*, (adenozin monofosfat) și *ATP* (adenozin trifosfat), de importanță majoră în efectuarea sintezelor consumatoare de energie. În experiențele următoare au sintetizat cîteva nucleotide, fără participarea enzimelor.

În etapa a II-a, ca urmare a proceselor de sinteză, în virtutea acelorași legi ale mișcării materiei, saltul calitativ în fluxul energetic, a dus către polimerizarea unor substanțe, în special a aminoacizilor, rezultînd molecule mai mari, numite proteinoizi, cu însușiri apropiate de ale proteinelor.

În condițiile mediului acvatic (în apa mărilor, a lacurilor, în golfuri, chiar în oceane), procesele de polimerizare odată începute au continuat către asamblarea mai multor legături peptidice spre formarea de macromolecule proteice. În acea „supă organică" destul de încărcată, pe lîngă substanțe anorganice, diverse săruri și formațiuni macromoleculare de natură organică, au putut exista substanțe proteice, apoi acizi nucleici și compuși macroergici, între care un rol important l-a avut ATP-ul, ca donator de energie necesară sintezelor și polimerizărilor. În lipsa acestei substanțe, formarea proteinelor nu era posibilă, cunoscînd că, pentru legarea a doi aminoacizi, este nevoie de 2—4

kcal/mol, deci pentru mai multe legături peptidice, este nevoie de cîte 4 *n* kcal.

Procesele chimice care au avut loc în această a 2-a etapă prebiotică, au fost realizate, în parte, pe cale artificială, în laborator, de cercetătorul biochimist american G. Fox și colaboratorii săi, între anii 1956—1965. Ei au reușit să obțină la temperatura de 150—180°C, pornind de la cei 20 aminoacizi, protenoizi. Realizări asemănătoare au fost obținute și de Y. Yuyama (1963) prin polimerizarea unor aminoacizi.

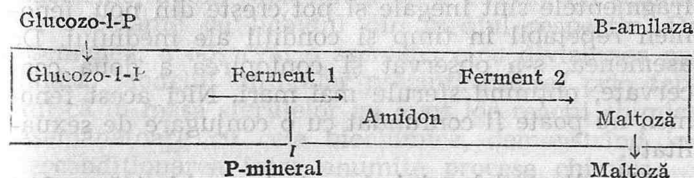
În „supa organică" din epoca prebiotică, procesele dintre numeroasele substanțe sintetizate și apoi polimerizate, au fost continuate ca o „necesitate legică" a naturii, spre formațiuni mereu mai complexe. Pe această cale de evoluție a substanțelor organice, prin natura lor autoenergetică, s-a ajuns la sinteza de polinucleotide, după *n* polimerizări. Dacă în „supa organică" s-a ajuns la sinteza de acizi nucleici, nu înseamnă că s-a realizat și informația genetică, însușire legată organic de gene, ceea ce a apărut mult mai tîrziu, cînd materia a devenit viabilă.

După aceste două etape premergătoare vieții, în „supa organică" mai evoluată au apărut protobionții, niște agregate macromoleculare, cu însușiri deosebite, oarecum apropiate de cele ce caracterizează viața. Saltul calitativ către apariția protobionților a putut să înceapă cu primele legături de interdependență între moleculele din același agregat. Dintre modelele clasice prin care se explică apariția protobionților, menționăm realizarea coacervatelor, elaborată de cercetătorul sovietic A. I. Oparin (1957).

Coacervatele sînt aglomerări moleculare, sferice, protenoide polimerizate, obținute prin adaus, în soluție de gelatină și gumă arabică. Picăturile au

formă sferică, de dimensiuni microscopice, unele efemere, altele mai longevive, chiar pînă la 2—3 ani, păstrate la temperatura camerei, cu un *p*H de 6,0 și anumite tratamente cu polifenoloxidază, histone și pirocatecol. Aceste experiențe au fost efectuate într-un anumit mediu numit „lichid de echilibru", supus razelor ultraviolete, prin care Oparin a reușit să observe și fenomene de adsorbție, cu schimb de substanțe aflate în mediul lichid.

Prof. N. Botnariuc a schițat aceste procese de schimb, a substanțelor din mediul de echilibru, prin intermediul unor fermenți.



Schița absorbției și a schimbului de substanțe a coacervatelor în „lichidul de echilibru"

Coacervatele conțin în structura lor histone și un poliglicozid (amidon), precum și doi fermenți: glucoziltransferaza, fermentul 1 și b-amilaza, fermentul 2.

În lichidul de echilibru se mai găsește glucozomonofosfat și b-amilază, care pot fi adsorbite de către coacervate, pentru ca în prezența fermentului 1, glucozomonofosfatul să fie transformat în amidon. Fenomenul este urmat de pătrunderea unei noi cantități de glucozomonofosfat, dar în prezența b-amilazei, amidonul este transformat în maltoză și eliminat în lichidul de echilibru, unde nu a existat anterior.

Acest schimb de substanțe, dintre coacervate și mediu, se aseamănă cu procesele metabolice, dar nu pot fi considerate identice, datorită faptului că aici schimbul este fizic și chimic, de scurtă durată, fără continuitate.

În prezența unor catalizatori, polinucleotidele din coacervate se pot reduplica, ceea ce permite o creștere în dimensiune, urmată de fragmentare, fenomen care amintește un mod elementar de înmulțire, dar care nu este identic cu diviziunea. Înmulțirea prin fragmentare (rupere) se întîlnește și la unele ființe puțin evoluate, dar fenomenele sînt diferite din punct de vedere biologic. În cazul coacervatelor, fragmentele sînt inegale și pot crește din nou, fenomen repetabil în timp și condiții ale mediului. De asemenea, s-a observat și contopirea a două coacervate, obținînd sferule mai mari. Nici acest fenomen nu poate fi confundat cu o conjugare de sexualitate.

Un alt model privind materia prebiotică, a fost realizat de S. W. Fox, în colaborare cu H. Windsor (1970), denumit al microsferelor protenoide. Metoda constă în realizarea unui amestec de 18 aminoacizi, la temperatura de 170°C, timp de patru ore.

Se obține un lichid coloidal, vîscos, de culoarea chihlimbarului, în care, la microscop, se pot distinge numeroase microsfere, a căror dimensiune variază între 0,5—0,7 μm, fiind mai mici decît coacervatele. Forma lor sferică aduce cu aceea a bacteriilor din grupa coccilor.

Spre deosebire de toate materiile prebiote, microsferele pot să formeze muguri, care se pot desprinde de sferula originală, cresc și se înmulțesc, asemănător cu drojdia de bere. Pe această cale au fost observate formarea a 2—3 generații de microsfere.

Una din însușirile esențiale ale acestor prebiote constă în prezența unor procese enzimatice.

Experiențe asemănătoare se continuă și în prezent, sub diferite variante. Între acestea este de menționat „modelul micelelor“ realizat de Dillon (1978), prin care se încearcă formarea membranelor celulare cu pereți dublii.

Modelul sulfobilor (1924), a fost elaborat de H. Herrera, care a dizolvat tiocianat de amoniu în formalină, utilizînd ca mediu aminoacizi și anumite substanțe organice. În mediul respectiv, în urma unor reacții chimice, au apărut sferule asemănătoare cu bacteriile, avînd capacitatea de a efectua un schimb de substanțe cu lichidul din mediul respectiv. De asemenea, a observat o asemănare cu diviziunea celulară. Modelul sulfobilor prezintă interes prin faptul că în masa sferulelor au avut loc reacții chimice asemănătoare cu cele biochimice, demonstrînd intercondiționarea între anumite procese chimice.

Toate modelele de protenoide realizate în diferite laboratoare sînt lipsite de însușiri specifice vieții, nu pot fi considerate ca sisteme deschise, deoarece nu au un metabolism propriu. Unele schimburi, unilaterale și de scurtă durată, cu mediul respectiv nu au un caracter biotic, reprezentînd doar procese fizico-chimice. De asemenea, nu se înmulțesc aevea ființelor viețuitoare. Toate acestea nu constituie un eșec, ci dimpotrivă, sînt o dovadă din care rezultă că biomateria a luat naștere din materia abiotică, prin derularea evolutivă a unor substanțe organice, care pot fi sintetizate în laborator. Cunoașterea în mod logic a legilor naturii, a proceselor fizice și chimice veșnic în mișcare, deci evolutive, constituie însemnate documente științifice, asupra genezei vieții, din materia nevie, izvorîtă ca o necesitate legică, universală.

De la „supa organică" pînă la diversitatea uimitoare a organismelor vii, inclusiv a speciei umane, s-au perindat mai multe ere geologice, timp în care, litosfera, ca și biosfera, inclusiv mediul de existență au trecut prin nenumărate salturi cantitative și calitative, evoluînd fără încetare, pînă la înfățișarea pe care noi o contemplăm.

Procesul de viabilizare a materiei antemergătoare vieții nu ne poate fi cunoscut cu precizie, deoarece condițiile erelor arhaice nu pot fi reproduse aidoma în laboratoare. Dacă protobionții obținuți experimental nu reprezintă icoana fidelă a celor care au existat în „supa organică", totuși structura lor nu putea să difere prea mult. Ceea ce cunoaștem în prezent, constituie dovezi științifice că zămislirea vieții a constituit un proces complex, de foarte lungă durată, exprimată în milioane de ani, timp în care materia organică a trebuit să evolueze, primind mereu noi și noi însușiri, mereu mai apropiate de însușirile vieții. Marele salt calitativ nu s-a petrecut brusc și formațiunile structurale mai puțin reușite s-au destrămat, cedînd terenul structurilor cu funcții mai corespunzătoare. A trebuit ca o autoselecție să trieze începuturile de viață, pînă cînd unele structuri să se transforme în sisteme de biostructură, dotate cu un minim de însușiri creatoare de viață. Primele biomaterii, pentru a se menține într-o integralitate, trebuie ca pe lîngă metabolism, capacitate de reproducere să posede și un mecanism cît de simplu de autoreglare, dar toate aceste însușiri să se bazeze pe un program genetic, fără de care viața este de neconceput.

Din cele arătate, conchidem că viața este autocreația materiei în veșnică mișcare, un rezultat al unui lung proces de salturi, născute unele din altele, autoperfecționîndu-se pe trepte din ce în ce mai superioare, culminînd cu structura omenească. Cu nașterea vieții, a luat ființă biosfera, la început foarte primitivă, evoluînd fără repaus între parametrii mediului de coexistență și a fluxului bioenergetic, caracteristic treptelor evolutive, de la inferior la superior.

1. Informația genetică și mediul

Informația genetică constituie însușirea fundamentală prin care genele transmit urmașilor un anumit program genetic după care organismele vii se organizează în structuri cu funcții vitale specifice. Nici o ființă viețuitoare nu poate exista fără gene care imprimă organismelor forma și felul de a trăi. Desigur că primele organisme care au apărut pe Terra au avut o structură elementară, cu gene și funcții rudimentare, deci și cu un program genetic ancestral. Numărul genelor, precum și programul genetic a crescut paralel cu evoluția organismelor. Bacteriile, algele, protozoarele au un număr redus de gene, spre deosebire de mamifere care pot avea sute de mii sau milioane de gene, de programul cărora depinde modul lor de viață.

Informația genetică constituie o însușire dinamică, tradusă în viață prin intermediul unui anumit program genetic, codificat biochimic, corespunzător cu structura cromozomială, specifică organismelor și al unităților taxonomice din care derivă pe cale ereditară.

Indivizii biologici posedă un program genetic propriu, dar care nu depășește limitele speciei din care fac parte, alcătuind un anumit genofond, care se moștenește și se transmite la urmași conform cu legile eredității. Mecanismul de înregistrare și de

transmitere a informației genetice este comun tuturor ființelor viețuitoare, în conformitate cu codul genetic care este universal pentru absolut toate organismele vii, demonstrînd unitatea materială a vieții.

Sistemul informațional genetic nu este static, ci evolutiv, s-a dezvoltat paralel și ascendent cu biostructura căreia îi transmite programul genetic moștenit.

Mecanismul de creștere și evoluție a genomului, se petrece prin posibilitatea multiplicării genelor, care pot fi alungite, hibridate sau duplicate, triplicate etc. Ca exemplu se cunoaște evoluția hemoglobinei la specia umană, care este alcătuită din patru catene polipeptidice, cunoscînd că la animalele premergătoare omului, de aproximativ 600 milioane de ani, hemoglobina era unicatenară, adică monomeră, prin asemănare cu mioglobina care a rămas pînă-n prezent unicatenară.

Augmentarea genomului poate să se petreacă prin poliploidizare, aneuploidizare sau alte restructurări cromozomiale, precum și prin mutații. În prezent, prin anumite tehnici ale ingineriei genetice, genofondul poate fi modificat și nu este exclus ca într-un viitor destul de apropiat, componența genomului să se poată modifica în anumite direcții, în interesul societății omenești.

Informația genetică prin caracterul ei dinamic, determină programului structural o capacitate antientropică, în pofida celui de al doilea principiu al termodinamicii, în virtutea căruia factorii de mediu sînt prin natura lor entropici. Caracterul antientropic al organismelor vii se datorește fluxului bioenergetic, care depășește fluxul energetic al factorilor perturbanți care apar permanent în mediul de coexistență. Fluxul bioenergetic ce caracterizează viața organismelor este cu atît mai variat, cu cît acestea sînt mai evoluate, mai complexe, structural și funcțional, ceea ce necesită în același timp o coordonare mai superioară, proces îndeplinit de către sistemul nervos. Datorită acestei dezvoltări, pe plan superior, cu toate că factorii entropici pot acționa intens asupra lor, influența acestora este contracarată de capacități și mai puternice de antientropisme. Deducem de aici, că paralel cu evoluția biostructurii organismelor, evoluează și capacitatea antientropică, pe care trebuie să o considerăm ca o autocreație evolutivă, determinată legic de sistemul bioenergetic, care la rîndul său evoluează în spiritul acelorași legități ale naturii, după care orice materie, deci și biomateria se află în veșnică mișcare. De aici se poate concluziona, că atîta timp cît organismele dispun de energie ele sînt antientropice, adică trăiesc. Însă, prin pierderea acestei facultăți, devin entropice, supuse pieirii.

2. Primele sisteme de biostructură

Cele mai elementare forme, considerate ca viabile, sînt viroizii și virușii. Virușii se multiplică numai în intimitatea celulelor vii, utilizînd din conținutul acestora moleculele de substanțe organice de care au nevoie pentru sintetizarea structurii lor, constînd din *DNA* sau *RNA* și capside proteice. În ceea ce privește originea lor au fost elaborate cîteva ipoteze. După unii cercetători, structura virușilor a apărut din cele mai arhaice perioade, după alții ar putea fi forme de retroevoluție. Cunoscînd însă modul lor de multiplicare, doar în intimitatea celulelor, s-ar putea presupune că derivă din plasmide bacteriene, care s-au separat din celulele acestora. Prin același

fenomen, viroizii ar putea să fi rezultat din fragmente de cromozomi bacterieni, pierduți sau expulzați.

Primele forme viabile, încă acelulare, pot fi socotite ca fiind similare plasmidelor, al viroizilor și virusurilor, posedînd acizi nucleici de tipul *RNA*. Evolutiv, prin împletirea a două filamente de *RNA*, au apărut formele spiralate, dublucatenate, cunoscute la *DNA*.

Cercetările efectuate în ultima vreme, au dus la concluzia că cele mai vechi organisme de tip celular, viabile, sînt arheobacteriile, denumite astfel de geneticianul american Carl R. Woese, care a descoperit microfosilele lor în cele mai vechi roci sedimentare (Australia), a căror vîrstă se apreciază că ar fi de peste 3,6 miliarde de ani.

Din grupa arheobacteriilor, au fost descoperite metanogenele, niște bacterii anaerobe, care generează metan prin reducerea dioxidului de carbon. De asemenea, au fost descoperite bacterii numite termoacidofile, care supravuiețuiesc la 80—90°C sau chiar mai mult și cu o aciditate foarte pronunțată.

Renumitul geolog suedez Sederholm, a descoperit, în anul 1911, în straturile de argilă metamorfozate, din perioada proterozoică a precambrianului (Finlanda), niște pelicule torsionate, cărbunoase, a căror origine de natură organică a fost confirmată prin utilizarea izotopului Carbon 12. Se presupune că acestea ar putea fi cele mai vechi organisme microscopice și că ar reprezenta primele alge albastre-verzi.

O altă descoperire interesantă a fost prezentată de cercetătorul american E. Barghoorn și James Schopf, care au găsit, în rocile silicioase de culoare închisă, în alternanță cu straturi bogate în oxizi de fier (din apropierea minelor de aur de la Barberton, din Africa de Sud), niște organisme bacteriene, nu-

mite *Eobacterium isolatum* și *Archeosphaerroides barbertonensis,* a căror vîrstă se admite că ar fi de peste 3,3—3,5 miliarde de ani. Aceste vestigii ale vieții, descoperite în straturile de roci amintite, păstrează denumirea: „Seria de Fig-Tree“, în care se presupune că s-a născut istoria vieții.

Pentru a cunoaște mecanismele care au contribuit la apariția vieții este important de urmărit fenomenul energetic, fără de care viața este de neconceput. În prezent se știe că prima formă energetică a organismelor arhaice a constat în capacitatea de a fixa dioxidul de carbon, pe cale anaerobă și de a sintetiza proteinele necesare. Începutul proceselor metabolice a constat în anumite forme de fermentație, care avînd un caracter exergonic, producător de energie, a permis convertirea energiei calorice în energie chimică. Deci, este de reținut că fenomenele legate de viață, au putut să înceapă numai atunci cînd energia captată se putea converti în energia necesară sintetizării substanțelor hrănitoare pentru supraviețuire. Cu nașterea acestor procese energetice, deși într-o formă foarte elementară, se explică fenomenele metabolice, care au avut ca urmare sinteza moleculelor de *DNA* și *RNA,* paralel cu cele energetice de tipul *ATP.* Sinteza proteinelor se baza pe existența codului genetic, fără de care procesele de sinteză a biomoleculelor ar fi de neconceput.

Desigur că întrunirea acestor principale însușiri care explică noțiunea de viață, nu s-a petrecut dintr-o dată, ci a necesitat un timp foarte îndelungat, cînd primele începuturi de structură nu au reușit să-și păstreze integralitatea, au dispărut și prin autoselecția acestora, au rămas și au evoluat biostructurile mai reușite. Toate aceste procese s-au derulat în precambrianul mijlociu, cînd au fost întrunite

condiții favorabile leagănului vieții. În precambrianul superior, selecția a permis începutul diversificării organismelor încă elementare, numite procariote, posedînd structuri unicelulare, fără un nucleu propriu, dar cu elemente nucleare dispersate în masa protoplasmatică.

În precambrian, în cîteva milioane de ani, diversificarea a continuat în mod ascendent, permițînd apariția mixomicetelor, actinomicetelor și clostridiilor.

Un salt calitativ în diversificarea și evoluția proto-organismelor s-a petrecut cu nașterea algelor albastre-verzi, capabile să capteze energia solară și să o transforme în energie chimică. Cu acest nou flux energetic au apărut organismele aerobe, care au schimbat compoziția atmosferei, îmbogățind-o în oxigen. Organismele aerobe au evoluat mai repede, încît la finele precambrianului au apărut primele specii de spongieri, moluște și viermi. Cu aceasta a început geneza și evoluția organismelor eucariote, ale căror celule posedau deja un nucleu propriu, cu cromatină și mai mulți cromozomi.

Este important de menționat că diversificarea procariotelor s-a efectuat datorită evoluției fluxului energetic al organismelor prin cîteva forme de convertiri bioenergetice, autoreglate prin mecanisme cibernetice, mai evoluate decît la procariotele ancestrale.

3. Geneza și evoluția organismelor eucariote

Apariția eucariotelor a marcat o schimbare însemnată în evoluția primelor ființe viețuitoare, determinînd o expansiune tot mai accentuată a orga-

nismelor aerobe și o restrîngere a celor anaerobe, proces biologic petrecut acum cca două miliarde de ani, pentru ca ulterior să apară eucariotele pluricelulare.

Diversificarea organismelor eucariote s-a petrecut și mai mult odată cu diviziunea meiotică, adică cu primele procese de sexualitate. Geneza procesului de sexualitate poate fi considerată ca primul pas în autorevoluționarea biologică pe planeta noastră, deoarece a deschis drumul recombinărilor genetice, cu forme tot mai noi, într-o gamă de variabilitate mult diversificată.

Discrepanța dintre organismele procariote și eucariote a dat naștere la păreri deosebite privind modul de formare a celulelor cu nucleu propriu.

Prima ipoteză a susținut apariția eucariotelor din procariote, datorită unor mutații genice. Această teorie nu a rezistat din cauza lipsei de dovezi, de exemple, însă a permis acceptarea ipotezei după care ar fi existat forme intermediare, dar care nu au supraviețuit.

În ultimii ani a fost elaborată concepția simbiotică privind originea celulelor eucariote, de geneticianul american L. Margulis, bazată pe mai multe procese evolutive (fig. 15).

În lumina cunoștințelor actuale, problemele legate de evoluția ființelor viețuitoare, se completează cu teoria neutralistă a evoluției moleculare. Prin aceste concepții, izvorîte din aprofundarea fenomenelor biodinamice ale materiei vii, se explică succesiunea proceselor biofizice și biochimice, ca factori hotărîtori în evoluția programului genetic. Procesele, care au loc la nivelul structurilor moleculare, sînt bioenergetice, prin natura legică a mișcării materiei. Această teorie constituie o însemnată documentație privind unitatea materiei în lume.

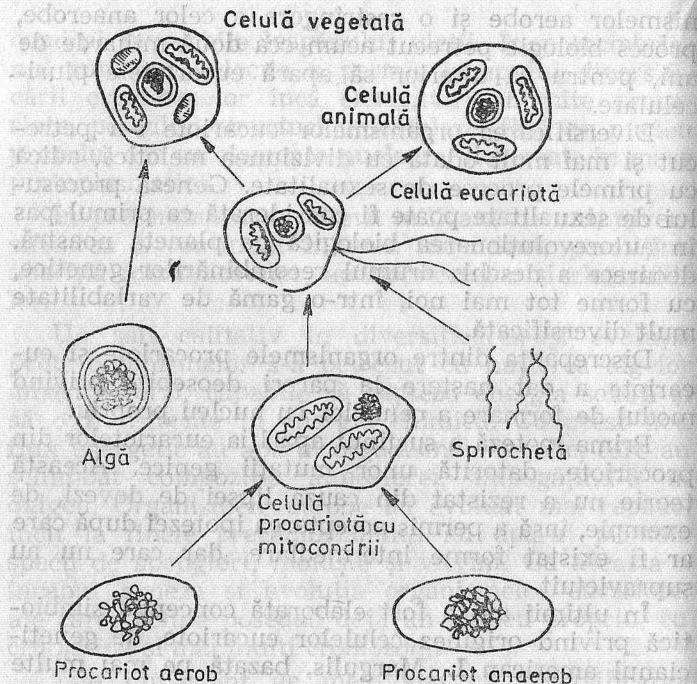


Fig. 15. Originea celulelor eucariote

Procesul evolutiv a fost generat de un procariot minuscul, anaerob, care a intrat în relații de simbioză cu un alt procariot dar aerob; se presupune a fi o bacterie aerobă, chiar de talie mai mică decît cel anaerob. Bacteria aerobă avea capacitatea de a sintetiza citocromi (proteină cu rol în respirație) care produc oxidări pînă la formarea de CO_2.

Această primă etapă de simbioză a dat naștere unor amoebe primitive, organisme unicelulare, dar

cu nucleu în conținutul protoplasmatic. Procariotul gazdă era de tipul numit urcariot, care a fost tot o bacterie anaerobă, care își procura energia necesară prin fermentație. Procariotul aerob, înglobat în protoplasma procariotului anaerob, s-a transformat în protomitocondrie, care ulterior a evoluat pentru a da naștere la mitocondrii, organite care au rămas în continuare și sînt transmise ereditar în toate celulele eucariote.

Amoebele primitive s-au diversificat, unele dintre acestea au prezentat niște flageli și au dat naștere la primele amoebe-flagelate, prin achiziționarea unor microorganisme asemănătoare spirochetelor. Cu ajutorul flagelului, amoebele se puteau deplasa în mediul lichid de coexistență, pentru căutarea hranei. Ca urmare a acestei simbioze, amoebele flagelate s-au diversificat și au dat naștere la eucariote de tipul protozoarelor. Pe o altă linie au apărut unele specii de ciuperci arhaice, archimycetele și chiar phycomycetele, cu zoospori.

Pe o altă linie simbiotică, amoebele primitive, au devenit gazde pentru alge albastre-verzi, înzestrate cu protocloroplaste și au dat naștere celulelor vegetale. Prin evoluție, din aceste celule vegetale, dotate cu cloroplaste, s-au dezvoltat primele plante cu clorofilă.

Unele amoebe flagelate au evoluat, pe diverse linii ascendente, diversificîndu-se în funcție de condițiile de mediu, dînd naștere organismelor din care derivă regnul animal.

Pentru verosimilitatea acestei teorii există mai multe argumente convingătoare:

— Prezența în citoplasma eucariotelor a unor organite cum sînt mitocondriile și cloroplastele, a căror structură biochimică constituie o dovadă privind originea asemănătoare cu a bacteriilor anaerobe, pro-

cariote. Materialul genetic (*DNA*) din nucleul celulelor eucariote se prezintă sub formă de nucleoid, asemănător cu cel bacterian.

— În mitocondrii și cloroplaste se găsesc ribozomi de tip bacterian, total diferiți de cei cunoscuți în citoplasma eucariotelor. Sinteza proteinelor, în mitocondrii, se petrece independent față de cele din celulele eucariotelor, de care diferă atît în timp, cît și ca structură biochimică. Sinteza acestor proteine mitocondriale se realizează conform informației genetice din *DNA*-ul mitocondrial și nicidecum după aceea din celulă.

— Posibilitatea unei eredități extranucleare, întîlnită uneori la eucariote, de exemplu la *Mirabilis jalapa* (barba împăratului) se explică prin influența materialului genetic provenit de la organite și nu de la cromozomii din nucleu. Ereditatea extranucleară se petrece independent de aceea care provine de la cromozomii nucleari (după P. Raicu).

Pe lîngă aceste argumente, se poate considera că procesul de gametogamie, mai ales de gametangiogamie, cunoscut la unele specii de ciuperci, constituie un proces similar cu acela al simbiozei, care a evoluat la organismele cu complexitate ascendentă. Apariția procesului de sexualitate a deschis drumul către diversificarea și evoluția tot mai accentuată din lumea ființelor viețuitoare.

4. Istoria vieții în mediul acvatic

La nivelul cunoștințelor de azi, privind cercetările asupra originei vieții, părerile majorității oamenilor de știință converg la ipoteza că geneza vieții s-a petrecut într-un mediu acvatic, deoarece în apă se puteau îmbina reacțiile biochimice necesare începutului de viață. Multiplele fenomene de sinteză și polimerizare, nu ar fi putut să se efectueze în lipsa apei. De asemenea, procesele de simbioză sau mai precis de endosimbioză, între procariotele ancestrale, au avut condiții favorabile de efectuat în mediu acvatic și de neconceput pe uscat.

În completare la capitolul despre geneza vieții, menționăm descoperirile interesante ale geologului australian R. C. Sprigg, care a găsit printre straturi de gresii silicioase fosilele unor metazoare și a unor meduze, din perioada cambrianului. Aceste organisme au trăit în apele care se găseau în zonele sudice ale Australiei. Extinzînd cercetările sale, Sprigg a descoperit, în vecinătatea catenei Filinder, diferite fosile de metazoare, celenterate, gasteropode și brahiopode, printre straturile calcaroase din perioada cambrianului. Alți paleontologi și geologi, au descoperit de asemenea fosile de meduze și spongieri, care au trăit în apele din sudul Africii, aparținînd precambrianului și cambrianului. Observații similare au fost efectuate în apropiere de Anglia, Canada și Brazilia.

Cercetările ulterioare au arătat că tot în acea vreme au existat numeroși spongieri, gasteropode, viermi, hioloții și conularii cu cochilii calcaroase, unele depășind 10 cm.

În cambrianul mijlociu au supraviețuit specii bizare de echinoderme cu spini, arici de mare, crini de mare, stele de mare și trilobiți. În tot cursul celor peste 340 milioane de ani, apele mărilor și oceanelor au fost dominate de trilobiți, a căror biostructură fiind foarte bine adaptată condițiilor de mediu a favorizat diversificarea lor în numeroase specii. Rezistența organismului lor se datora impregnării cu săruri de calciu și fosfor și stratului de chitină care

îi acoperea ca un scut, împotriva altor animale acvatice (fig. 16).

Din neamul trilobiţilor s-au desprins belemniţii, cefalopodele şi diverse moluşte, care s-au extins cu deosebire în zonele oceanului Pacific şi Indian.

În Ordovician, din era Paleozoică (de mai bine de 500 milioane de ani), în climatul tropical, apele

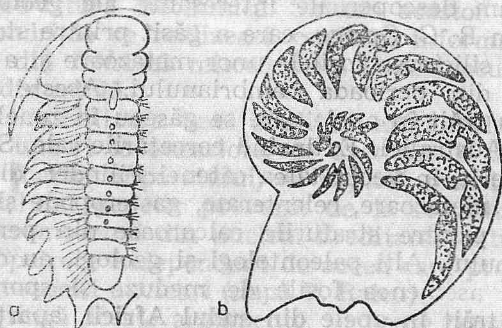


Fig. 16. a = Paradoxides bohemicus; b = Nautilus sp.

calde au creat condiţii favorabile pentru adaptarea şi diversificarea faunei acvatice, ceea ce a determinat apariţia primelor cordate, ca strămoşi ai vertebratelor acvatice, ai peştilor. Cordatele aveau un notocord cartilaginos deasupra tubului digestiv, corpul fusiform, ceea ce le permitea mişcări ondulatorii în apa mărilor şi a oceanelor. Aparatul lor circulator era foarte rudimentar, alcătuit doar din cîteva vase închise, fără inimă, iar sîngele era lipsit de globule roşii. Sistemul nervos, de asemenea, rudimentar, dintr-un fir neural, fără creier. O specie din aceste cordate, trăieşte şi în prezent, în zona litorală a Oceanului Atlantic, avînd o talie de 5—8 cm.

În perioadele din mijlocul paleozoicului, in apele calde, au existat recife de corali, în colonii mari, cu secreţiuni de calciu de forme şi culori variate, care le dădea un aspect asemănător cu nişte stînci submarine.

În perioadele următoare ale paleozoicului, timp de aproximativ 50 milioane de ani, dintre cordate au luat fiinţă prevertebratele, din grupa agnatelor şi ostracodermelor, care aveau învelişul extern solzos şi pielea cornoasă, cu o înfăţişare pisciformă.

În stratificaţiile din perioada devoniană, paleontologul australian Alex Ritchie, a descoperit primele vertebrate, de forma peştilor, cu jumătatea anterioară avînd o carapace osoasă, iar partea posterioară cu solzi. Către ultimele perioade ale paleozoicului au apărut peştii osoşi, între care Holosteii, Teleosteii şi Dipnoii, din care, prin evoluţie, au apărut peştii din zilele noastre.

5. Apariţia amfibienilor şi preludiul vieţii pe uscat

În era Paleozoică au avut loc pe Terra însemnate mişcări orografice, prin ridicarea a două continente mari, în emisfera nordică Laurasia, în cea sudică Gondwana. Cu apariţia acestor continente, apa oceanelor şi a mărilor a căpătat alte delimitări. Clima fiind caldă şi, la început, mai secetoasă, evoluţia şi diversificarea organismelor vii s-a derulat mai intens în mediul acvatic. Flora era iniţial acvatică, formată din alge marine, cele mai multe albastre-verzi.

Datorită formării mai multor golfuri şi lagune, bălţi şi lacuri, condiţiile au devenit favorabile pentru apariţia amfibienilor, dar care, la început, duceau încă mai mult o viaţă acvatică şi foarte puţin ieşeau, pentru un timp scurt, pe uscat.

Configurația uscatului cu zone mlăștinoase și cu bălți a creat condiții pentru înjghebarea primelor vegetații terestre, la început formate numai din niște mușchi și psilofite, adaptabile condițiilor de climă. Abia după încă cîteva milioane de ani, flora a început să ocupe puțin teren, o dată cu apariția ferigilor arhaice, încă mici, dar datorită cloroplastelor au putut să capteze puternicele cuante ale razelor solare, să le convertească în energie chimică, ceea ce a favorizat sintetizarea substanțelor hrănitoare, din grupa glucidelor și a proteinelor. Vegetația terestră a creat condiții favorabile pentru apariția și extinderea unor insecte, viermi, miriapode și, mult mai tîrziu, pentru primii amfibieni.

La începutul carboniferului, speciile de ferigi s-au extins și diversificat cu repeziciune, formînd păduri de ferigi, cu talie din ce în ce mai mare, pînă la forme gigantice. Din fosilele ferigilor uriașe, apoi a gimnospermelor, s-au format straturi însemnate de cărbuni. În acea perioadă, uscatul a fost în mare parte împădurit cu gimnosperme luxuriante și ferigi, oferind primelor animale terestre un mediu extrem de favorabil, cu hrană abundentă, de care au profitat ulterior reptilele vegetariene.

Apariția și diversificarea vertebratelor cu viață acvatică a fost, în tot paleozoicul, mult favorabilă și cucerirea uscatului s-a petrecut mult mai lent. Este posibil ca fauna uscatului să fi fost mai abundentă decît documentele de care dispunem, totuși au fost descoperite însemnate fosile care atestă existența pe uscat nu numai a unor amfibii, dar și cîteva vertebrate tetrapode. Între acestea, menționăm descoperirile paleontologului suedez Säve Söderberg și Erik Jarwik, care au reconstituit numeroase fosile de vertebrate terestre, printre care prezintă interes deosebit exemplarul numit *Ichthyostega* sp., care

avea forma de pește, dar cu patru picioare foarte scurte (fig. 17).

Acest vertebrat terestru avea aproape un metru în lungime, din care craniul de 20 cm, membrele asemănătoare cu ale vertebratelor terestre. Acest vertebrat constituie o dovadă că primele vertebrate derivă din peștii osoși.

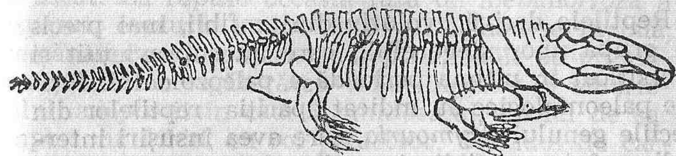


Fig. 17. Ichtyostega sp.

În perioada Devoniană a Paleozoicului amfibienii au evoluat și s-au diversificat în biostructuri variate, pentru ca în carbonifer să prezinte o anumită dominație, cu forme evolutive către reptile. Este de menționat faptul că în a doua parte din era Paleozoică, datorită climei, atît vegetația cît și fauna existentă pe Terra, au avut cele mai favorabile condiții pentru dezvoltare și extindere, încît viața paleozoică poate fi socotită ca „paradisul ființelor viețuitoare preistorice".

Paleozoicul superior, care a durat aproximativ o sută de milioane de ani, a oferit atît apelor cît și pădurilor, cele mai favorabile condiții evolutive, deoarece selecția naturală nu avea încă un caracter acut, hrana fiind mult mai abundentă decît necesarul. Integralitatea structurală a organismelor nu era periclitată, piramida trofică fiind mai simplă, producătorii au satisfăcut cerințele consumatorilor, iar răpitorii încă nu au existat. Se poate conchide că biosfera din Paleozoic s-a derulat într-un echilibru di-

namic natural, care a durat pînă la apariţia reptilelor mari, carnivore, reducînd capacitatea de extindere a faunei mai înapoiate evolutiv.

6. Viaţa şi evoluţia reptilelor

Reptilele derivă evolutiv din amfibii, mai precis din grupa unor stegocefali, care au supravieţuit şi diversificat în ultima perioadă a paleozoicului. Probele paleontologice au indicat apariţia reptilelor din speciile genului *Seymouria*, care avea însuşiri intermediare între amfibii şi reptile. Acest exemplu explică planul evolutiv al fiinţelor vieţuitoare, în sensul că de la un grup mai inferior, către altul mai superior, trecerea nu putea să fie bruscă. Un anumit număr de indivizi, mai capabili, s-au adaptat noilor condiţii de mediu, în timp ce indivizii mai slabi dispar, neputîndu-se adapta, deci selecţia naturală constituind un factor cu rol important în procesul de evoluţie. Gradul de adaptabilitate este în funcţie de capacitatea funcţiilor de autoreglare prin mecanisme cibernetice. Cu cît un grup de organisme vii posedă un grad mai mare de capacităţi privind autoreglarea funcţiilor vitale, cu atît rezistă mai mult la noile condiţii de viaţă, la care se adaptează cu mai multă uşurinţă. Deci, selecţia naturală şi evoluţia sînt procese de autoreglare, care se derulează prin mecanisme de cibernetică biologică.

Speciile de *Seymouria*, aveau conformaţia membrelor ca la reptile, dar modul de reproducere şi de metamorfoză era asemănător amfibiilor. Fosilele acestui grup au fost descoperite în Texas, iar în Europa, printre straturile (din carbonifer) studiate în R. S. Cehoslovacia.

Deosebirea marcantă între amfibii şi reptile constă mai mult în modul lor de reproducere. Amfibiile duceau o viaţă de mai lungă durată în apă, decît pe uscat, cu deosebire, la începutul ecloziunii din ouă. De aceea dezvoltarea larvară la amfibii durează mai mult, suferind modificări anatomo-morfologice în mediul acvatic şi numai la maturitate pătrund pe uscat. La reptile această fază de metamorfoză a dispărut, evoluţia embrionară petrecîndu-se în ouă, asemănător ca la păsări. La reptile, ouăle au un gălbenuş aflat în legătură cu tubul digestiv al embrionului, adăpostit în cadrul amniosului, un fel de sac umplut cu lichid, cu rol protector. Dioxidul de carbon şi alte excreţii se elimină într-un alt săculeţ, numit alantoidă. Întreg oul, la reptile, este învelit cu o coajă calcaroasă, fin poroasă, pentru a permite schimbul de gaze cu mediul extern. Ouăle amfibienilor sînt lipsite de coajă calcaroasă şi le putem numi „ouă acvatice", spre deosebire de a reptilelor şi păsărilor, care sînt „ouă terestre".

Ouăle cu coajă calcaroasă prezintă două avantaje: în primul rînd asigură o mai mare supravieţuire a embrionului şi chiar a puilor care sînt ocrotiţi de mamele lor. La amfibii, ouăle şi larvele pot fi devorate de fauna acvatică din mediul respectiv. De altă parte, ouăle cu coajă calcaroasă sînt eclozate pe uscat şi puii trebuie să se adapteze mediului coexistent al uscatului, unde urmează să-şi desfăşoare creşterea pînă la forma adultă. Acest mod de reproducere a reptilelor a fost factorul determinant al desfăşurării funcţiilor vitale ale acestor animale. De aceea, primele şi cele mai multe specii de reptile au fost ierbivore, carnivorele au apărut mai tîrziu, după diversificarea reptilelor ierbivore.

Viaţa terestră a reptilelor a impus o serie de modificări structurale: epiderma a suferit o cornificare,

o îngroșare, ceea ce a avut ca urmare reducerea respirației cutanate, caracteristică amfibienilor. În schimb, s-a dezvoltat mult aparatul respirator pulmonar, aparatul circulator și sistemul nervos, pentru a corespunde solicitărilor din mediul ambiant, mai variat și mai intens decît în mediul acvatic. Este cunoscut fenomenul biologic după care factorii din mediul coexistent, constituie un flux de informații care exercită un complex de presiuni asupra tuturor organismelor vii, în mare parte perturbabile, față de care ființele viețuitoare trebuie să se apere, utilizînd capacitățile lor de autoreglare. Din acest motiv, organismele își dezvoltă cu atît mai mult acele organe și funcții, care sînt cel mai mult solicitate. Mediul terestru a determinat la reptile dezvoltarea aparatului locomotor, mai mult la carnivore, decît la ierbivore.

În era Mezozoică, climatul cald a favorizat evoluția ascendentă a reptilelor, care s-au diversificat în așa măsură încît unele viețuitoare mai slab evoluate au trebuit să dispară. Timp de aproximativ 160 milioane de ani din mezozoic, a fost dominat de reptile, care au devenit curînd suveranii continentelor. Diversificarea lor a dat naștere la cele mai bizare înfățișări, în funcție de condițiile de mediu și de hrană existente.

La începutul apariției lor, reptilele aveau o talie mică și nu au constituit un pericol pentru amfibii sau alte animale. Primele reptile nu aveau mai mult de 30 cm lungime, fiind grupate în genul și ordinul *Cotylosauria,* din care s-au desprins toate celelalte reptile. Fosilele descoperite indică existența lor încă în Permian și au fost găsite în unele straturi din America de Nord, Africa de Sud și mai puțin în America de Sud. Fosile de reptile din acea vreme au fost descoperite și în U.R.S.S., cu mențiunea că

unele dintre ele aveau o talie mai mare. Reptilele de la începutul mezozoicului aveau picioare mai lungi, destul de solide și adaptate mersului pe uscat. Cele mai multe dintre ele se hrăneau cu ierburi sau cu plante licopodiale și pteridosperme. Reptilele vegetariene, din prima parte a mezozoicului, s-au diversificat în numeroase specii (genul *Edaphosaurus*) care aveau o talie mai mare decît calul din zilele noastre; unele specii de 2—3 metri au trăit în America de Nord și în Europa. Un reprezentant din această grupă a fost *Scutosaurus* sp. (fig. 18).

În Triasic reptilele au intrat în plină evoluție, găsind cele mai bune condiții pe Terra, cînd în biosferă nu existau animale care să le distrugă. Prima reptilă, vegetariană, a trăit în America de Nord și Europa, numită *Edaphosaurus* sp., lung de 3 metri, cu un craniu grotesc și dinții adaptați pentru hrană vegetală. Ceea ce a fost deosebit la această reptilă

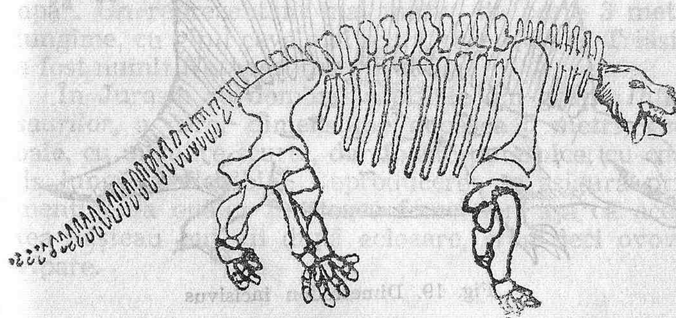


Fig. 18. Scutosaurus sp.

era prezența unor apofize ale vertebrelor dorsale, de o lungime exagerată, depășind un metru, acoperite cu o piele subțire, bine vascularizată. Aspectul exterior lua înfățișarea unei pînze de corabie, de unde și denumirea lor de „reptile cu pînze“. Această mem-

brană avea în interior o rețea de vase prin care lichidul sanguin putea fi în așa fel distribuit, încît peste noapte putea menține mai multă vreme căldura acumulată peste zi. Această structură morfologică se poate considera ca o autoreglare morfofiziologică față de temperatura cu amplitudini mari între zi și noapte. În Mezozoic, clima era tropicală, ziua razele solare încălzeau mult prea tare, iar noaptea era mai rece.

O a doua reptilă curioasă, asemănătoare cu prima, dar mai mare, era *Dimetrodon incisivus* (fig. 19).

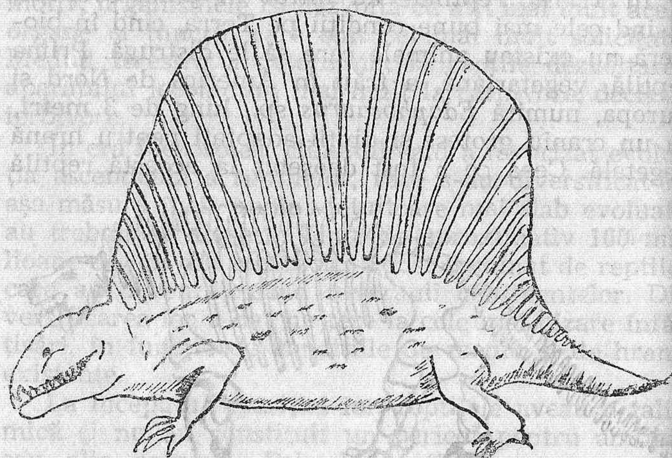


Fig. 19. Dimetrodon incisivus

Fosilele acestor reptile au fost găsite în Africa de Sud, cîteva exemplare în Europa, ceea ce poate fi o dovadă a legăturii dintre continentele Laurasia și Gondwana.

Reptilele adaptate mediului terestru nu au rămas în aceeași formă, în mare parte au evoluat, pe

linii destul de diferite, unele spre erbivore, altele spre carnivore. Speciile erbivore aveau picioarele mai scurte, corpul mai greoi, dinții mai tociți, pe cînd carnivorele aveau picioare mai subțiri, cele posterioare mai lungi, potrivite pentru fugă și salturi, iar dinții erau mari și ascuțiți.

Unele specii de reptile au rămas „fidele mediului acvatic“, fiindcă se hrăneau cu pești. Tot atunci, existau reptile terestre, dar care utilizau apa doar peste noapte, deoarece era mai caldă, pe cînd uscatul era mai rece. Astfel de specii au fost descoperite în depozitele lacustre din Africa de Sud, dar și în America de Sud, datorită alipirii acestor continente în perioadele mezozoicului. Cîteva specii, înrudite cu acestea, au trăit în Europa; astfel se cunosc fosilele aparținînd speciei *Tanystropheus,* care avea gîtul foarte lung, de care se servea pentru prinderea peștilor, în zonele limitrofe ale uscatului cu apa. Unii paleontologi au denumit aceste reptile „girafe de apă“. Un reprezentant mai masiv, de peste 3 metri lungime, cu gîtul ceva mai scurt, care trăia în Triasic, a fost numit *Nothosaurus mirabilis.*

În Jurasic au dominat reptilele din grupa *Ihtiosaurilor,* a căror dimensiune depășea 5 metri; greoaie, cu membre scurte, dar foarte puternice, cu coada lungă și flexibilă. Reproducerea se asigura prin menținerea ouălor în cloaca femelelor, așa că acestea nășteau pui vii după eclozare, erau deci ovovipare.

7. Epoca dinosaurilor

Din istoria vieții, derulată pe planeta noastră, cea mai fascinantă epocă, păstrată în mituri și legende, a fost aceea a dinosaurilor, reptile gigantice,

stăpînitorii din era Mezozoică. Supremația dinosaurilor a durat aproximativ 150 milioane de ani, fiind favorizați de clima caldă care a dominat Triasicul și Jurasicul. Mărimea dinosaurilor, modul lor de viață, ca și ciudatele înfățișări structurale, au uimit nu numai pe paleontologii care le studiau fosilele, dar și pe povestitorii de basme, pe poeți, scriitori și pictori.

Denumirea de dinosauri datează din anul 1842, cînd biologul englez, Richard Owen, renumit anatomist, le-a atribuit acest nume, după cuvintele din limba greacă: *deinos*, (înspăimîntător sau teribil) și *sauros* (adică șopîrlă). În prima parte a secolului al 19-lea, cei mai pasionați cercetători în domeniul paleontologiei au fost englezii care au descoperit în zonele sudice din Anglia mai multe fosile, ca după aceea să cutreere mai multe zone ale Europei și Americii. Pînă la descoperirea uriașelor fosile și reconstituirea lor, nimeni nu ar fi crezut că biosfera planetei noastre a cuprins animale cu mult mai mari decît elefanții.

Strămoșii dinosaurilor au trăit în perioada triasicului alcătuind un grup primitiv, încadrat ordinului *Thecodontia*, denumit după dispoziția dinților în alveole săpate în maxilare. Din această grupă au descins, prin diversificare, toți dinosaurii din era Mezozoică. Taxonomiștii au fost de părere că tot din acest grup de dinosauri s-au desprins crocodilii și, pe un alt plan evolutiv, chiar și păsările. Thecodonții prezentau o variabilitate destul de mare, cuprinzînd specii cu talia mică, între 0,5—1,5 metri, dar au existat și specii cu talia mare, între 3—4 metri lungime. La acești dinosauri, membrele anterioare erau mai scurte în raport cu cele posterioare, potrivite pentru alergări, printre care cîteva specii aveau mersul biped, dar nu în mod permanent.

Fosilele acestor strămoși ai dinosaurilor au fost descoperite în straturile triasicului inferior din Africa de Sud. Cele mai multe aveau o talie între 0,5—1 m și o coadă lungă; membrele posterioare de două ori mai lungi decît cele anterioare, se terminau cu 5 degete, între care unul foarte scurt. Se pare că aveau un mers rapid, necesar pentru a prinde prada, fiind carnivore.

Diversificarea dinosaurilor s-a derulat în tot cuprinsul erei Mezozoice, cu deosebire în Jurasic, cînd a început o linie evolutivă către zburat, cucerirea aerului remarcînd progrese din ce în ce mai mari.

Multitudinea formelor anatomice și interesul pentru o clasificare a dinosaurilor, i-a determinat, pe cercetătorii paleontologi și taxonomiști, să adopte unele criterii corespunzătoare unei sistematizări. Pe baza studiilor efectuate în această direcție, dinosaurii au fost grupați în două ordine mari:

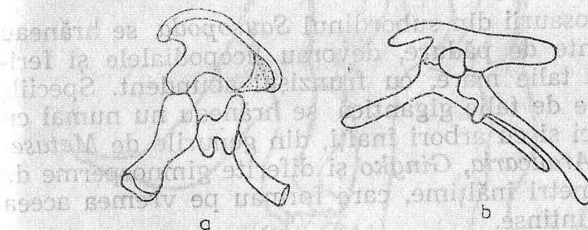


Fig. 20. Centura pelviană: a. de tip sauripelvian; b. de tip avipelvian.

1. Ordinul *Saurischia*, care posedau centura pelviană de tip reptilian (formată din ilion, ischion și pubis), avînd o poziție triradiară în jurul unui orificiu, ca loc de legătură cu femurul (fig. 20).

Acest ordin cuprinde două subordine:

a. Subordinul *Sauropoda* cu specii erbivore;

b. Subordinul *Theropoda,* cu specii carnivore, majoritatea aveau o dispoziție și mers biped.

2. Ordinul *Ornithischia,* care cuprinde un însemnat număr de specii erbivore. Din acest ordin fac parte 4 subordine:

a. Subordinul *Ornithopoda,* cu picioare ca la pasăre;

b. *Stegosauria,* cuprinde specii cu plăci așezate pe piele;

c. *Ankylosauria,* cu specii care prezintă plăci nu numai pe spate, ca la precedentul subordin, dar și lateral, ca un blindaj „de tanc".

d. *Ceratopsia,* cu specii care prezintă pe cap niște coarne de apărare.

Toate subordinile cuprinse în ordinul al doilea, au centura pelviană de tipul păsărilor, de unde și denumirea de avipelvieni, la care, pe lîngă cele trei oase, mai au un post pubis, dispus paralel cu ischionul.

Dinosaurii din subordinul *Sauropoda* se hrăneau cu plante de pădure, devorau licopodialele și ferigile de talie mare, cu frunzișul abundent. Speciile erbivore de talie gigantică se hrăneau nu numai cu ferigi, ci și cu arbori înalți, din genurile de *Metasequoia, Araucaria, Gingko* și diferite gimnosperme de cîțiva metri înălțime, care formau pe vremea aceea păduri întinse.

Abundența vegetației a favorizat dezvoltarea în volum a unor dinosauri, care au și atins mărimi neînchipuit de mari, cu specii gigantice. Astfel, giganticul *Plateosaurus* sp., era lung de 8 metri și înalt de 5,5 metri, cu corpul masiv, greoi; răspîndit pe suprafețe întinse, cu deosebire în Africa, dar și în Europa.

Unul dintre cei mai giganți dinosauri a fost *Brachiosaurus fraasi,* lung de 25—27 metri și înalt de

12 metri, numai gîtul avea 8 metri, iar membrele anterioare de 4 metri. Greutatea lor a fost estimată la 85 tone, adică de 12 ori mai mare decît un elefant (fig. 21).

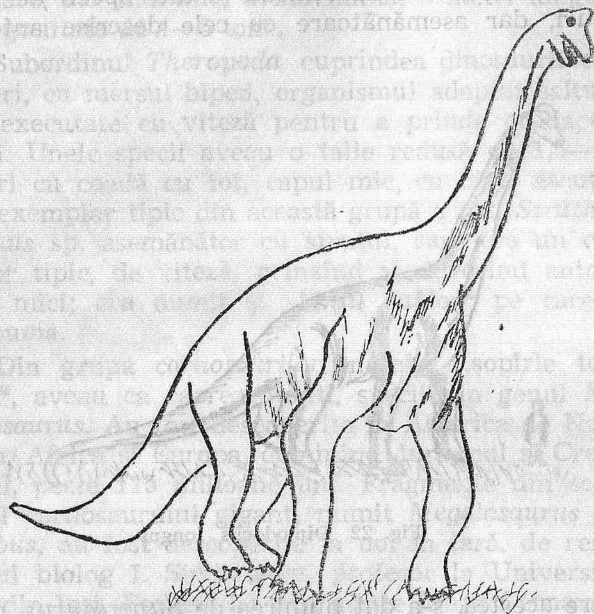


Fig. 21. Brachiosaurus fraasi

Un singur individ din această specie, consuma zilnic o cantitate de peste 2 tone de vegetație.

Un alt dinosaur gigant a fost *Brontosaurus excelsus,* lung de 18—25 metri și înalt de 8—9 metri, avînd o greutate de aproximativ 35—40 tone.

Printre dinosaurii giganți se număra specia numită *Diplodocus longus*, mai lung decît precedentul, atingînd pînă la 30 metri, socotind și coada (fig. 22).

În America de Nord au fost descoperite mai multe fosile care aparțineau la alte specii de dinosauri, dar asemănătoare cu cele descrise anterior.

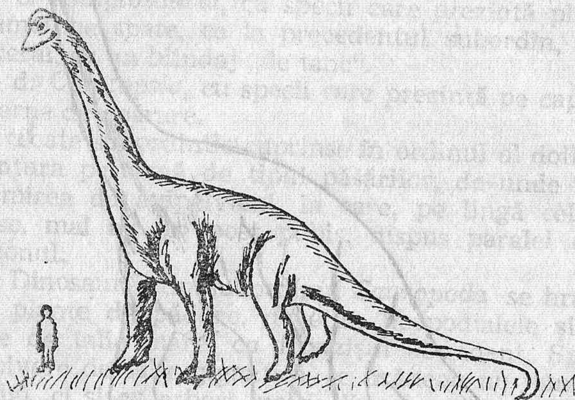


Fig. 22. Diplodocus longus

Între acestea, s-a dat numirea de *Supersaurus*, celui mai mare dinosaur, presupus ca fiind cel mai mare în volum.

Privind mărimea gigantică a acestor dinosauri, paleontologii au considerat fenomenul datorat modului de acomodare la acele zone climatice, unde nopțile erau mai răcoroase, în raport cu căldurile de peste zi și că, datorită volumului atît de mare,

pierderea temperaturii a fost neînsemnată. De asemenea, se presupunea că gigantismul îi apăra împotriva carnivorelor care erau mai mici în talie.

Pe teritoriul țării noastre a fost descoperit un singur sauropod, numit *Titanosaurus*, aparținînd Cretacicului superior, asemănător cu Diplodocus ca înfățișare, dar mai mic, avînd numai 9 metri lungime și o greutate de 4—5 tone.

Subordinul *Theropoda* cuprindea dinosaurii carnivori, cu mersul biped, organismul adaptat salturilor executate cu viteză pentru a prinde prada din fugă. Unele specii aveau o talie redusă de 1,5—2,5 metri cu coadă cu tot, capul mic, cu dinți ascuțiți. Un exemplar tipic din această grupă a fost *Struthiomimus* sp. asemănător cu strutul, care era un carnivor tipic, de viteză, prinzînd și devorînd animalele mici; era numit și „hoțul ouălor“ pe care le consuma.

Din grupa *carnosaurilor*, numite „șopîrle teribile“, aveau ca reprezentanți, specii din genul *Megalosaurus*. Au fost descoperite în America de Nord, Asia, Africa și Europa, dominînd Jurasicul și Cretacicul, peste 115 milioane ani. Fragmente din scheletul carnosaurului gigant, numit *Megalosaurus superbus*, au fost descoperite la noi în țară, de renumitul biolog I. Simionescu, profesor la Universitatea din Iași. Fosilele au fost găsite (lîngă Cernavodă și în apropiere de Hațeg) printre straturile de gresii aparținînd cretacicului superior.

Alte specii din acest gen, au fost descoperite în formațiunile de la Morrison, din vestul Americii de Nord (numite *Allosaurus* sp.), a căror greutate varia între 2—3 tone.

Cel mai înspăimîntător carnosaur, gigant și fe-

roce, a fost **Tyranosaurus rex**, botezat de paleontologi „regela saurienilor-tirani" (Fig. 23).

Supremaţia acestui dinosaur feroce a durat în toată perioada Cretacicului mediu şi superior (aproape 60 milioane de ani). Pentru un carnivor era prea



Fig. 23. Tyranosaurus rex

voluminos, avea 12 metri lungime şi 6 metri înălţime, cu o greutate de aproximativ 7—8 tone. Conformaţia aparatului bucal era pentru a devora prada, cu ajtuorul unor dinţi mari de 20 cm. Membrele anterioare, mai scurte, în schimb, cele posterioare, masive, coada de asemenea, pe care se putea rezema în timp de repaus. La sfîrşitul erei Mezozoice s-au stins, în parte şi datorită faptului că s-a împuţinat

prada, erbivorele au scăzut ca număr, pădurile fiind în mare parte devorate, poate şi din cauza climei, care a devenit mai puţin favorabilă*.

Dinosaurii avipelvieni, din ordinul *Ornithischia*, erau mai mici în talie, se hrăneau cu vegetale şi au supravieţuit în Jurasicul mediu şi în Cretacic, cu o răspîndire mai mare în emisfera nordică, dar au fost găsite fosile de la unele specii, în Africa de Sud.

Caracterul distinctiv al acestor dinosauri a constat în structura centurii bazinului, avînd un post pubis, ceea ce dovedeşte o convergenţă evolutivă cu avipelvienii şi cu păsările. A doua convergenţă constă în absenţa dinţilor din partea anterioară a maxilarelor, rolul lor fiind îndeplinit de prezenţa unui cioc acoperit cu o substanţă cornoasă.

Subordinul *Ornithopoda* cuprinde dinosauri ale căror picioare au asemănări cu ale unor păsări. Din această grupă au făcut parte două familii: *Iguanodonii* şi *Hadrosaurii,* numiţi şi „dinosauri cu cioc de raţă".

Din prima familie menţionăm doar specia *Iguanodon mantelli,* descoperită în Anglia, în apropiere de Canalul Mînecii. Fosilele acestor dinosauri au fost studiate de M. Paw, pe care le-a depus la Muzeul Regal de Istorie Naturală din Bruxelles.

Este de menţionat că M. Paw, în colaborare cu prof. Gregoriu Ştefănescu, au reconstituit scheletul dinosaurului *Deinotherium gigantissimum,* care se găseşte la Muzeul „Grigore Antipa" din Bucureşti. Tot în colaborare, cei doi renumiţi biologi au efectuat cercetări paleontologice timp de 3 ani la Bernissart şi au reconstituit 29 specii de Iguanodoni. Se

* Principalele date paleontologice au fost luate după Dan I. Grigorescu.

pare că acești dinosauri au trăit în turme, cu o răspîndire în zonele vestice ale Europei, dar au fost găsite fosile asemănătoare și în America de Nord, în China și Mongolia.

Hadrosaurii (dinosauri cu „cioc de rață") au dăinuit în Cretacicul superior, cuprinzînd peste 30 de genuri, cu numeroase specii, ale căror fosile au fost descoperite în emisfera nordică, cu deosebire în America de Nord, Canada și Mongolia. Ca înfățișare semănau cu Iguanodonii, cu membrele anterioare foarte scurte, cele posterioare mult mai lungi, de asemenea și coada. Pe bolta craniană aveau un fel de coif sau de creastă, gol în interior. După opinia lui J. H. Ostrom, această dezvoltare creastiformă constituie un mijloc de apărare, datorită captării senzațiilor auditive, spre a simți dușmanul, cînd se refugiau în bălți sau mlaștini. Maxilarele lor erau lățite, aplatizate, imitînd ciocul de rață, în partea anterioară nu aveau dinți, numai în cea posterioară. Un reprezentant din grupa acestor dinosauri a fost: *Corythossaurus* sp. lung de 8 metri, avînd o greutate de 3—4 tone (fig. 24).

— Subordinul *Stegosauria* cuprindea dinosauri cu plăci dispuse pe spinare, care serveau ca scut de apărare împotriva carnivorelor. Structura scheletului era de tipul avipelvienilor, erbivori, cu un mers greoi. Un reprezentant tipic a fost *Stegosaurus stenops*, ale cărui fosile au fost descoperite în formațiunile Morrison din America de Nord (fig. 25).

Plăcile de pe spatele animalului erau de consistență osoasă, aproape triunghiulare, ascuțite la vîrf, lungi de aproape un metru. În interior, plăcile erau brăzdate cu niște canalicule foarte fine, prin care circula sîngele, posibil pentru a păstra temperatura constantă a organismului. În timpul nopții, plăcile cu vase sanguine serveau pentru a încălzi animalul, un



Fig. 24. Corythosaurus sp.

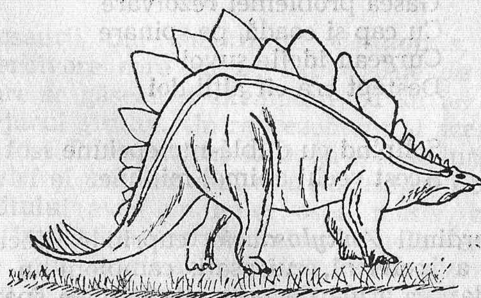


Fig. 25. Stegosaurus stenops

fel de „calorifer cu aer condiționat“, metodă de autoreglare a temperaturii, dar în același timp și ca organ de apărare, ca un blindaj.

Sistemul nervos era alcătuit din celule nervoase dispuse în măduva spinării, pornind de la creier, care era însă foarte mic. În regiunea șalelor, măduva spinării era mult dilatată, în formă de creier, considerat ca al doilea creier, mai voluminos decît cel din cap. Această curiozitate a inspirat pe unii scriitori și poeți să o eternizeze prin filiera literaturii. Astfel, poetul american Bert Taylor, a publicat în ziarul „Chicago Tribune“ următoarea poezie:

Fosila-i lucru uimitor
Avea doi creieri gînditori,
Unul în cap ca orișicare
Iar altul sus, chiar pe spinare.

Astfel gîndea apriori
Precum și aposteriori,
Gîndind cu două minți deodată
Avea o dreaptă judecată.

Găsea problemei rezolvare
Cu cap și coadă, pe spinare
Curgeau ideile șuvoi
Deștept era cît alții doi

Sclipind cu dublă-nțelepciune
Acest vechi animal minune.

Subordinul *Ankylosauria,* cuprinde specii de dinosauri avipelvieni, cuirasați, campioni în sistemul de blindaj, ca armă de protecție, atît pe spate, cît și lateral.

Reprezentantul acestor dinosauri este *Ankylosaurus* sp., numit „reptilă tanc“, datorită blindajului cu plăci osoase, groase, pe coadă cu o ghiulea, de asemenea osoasă și cu ghimpi, deci un sistem defensiv excepțional de apărare împotriva carnivorilor. În momente de atac, putea să lovească dușmanul cu ghiuleaua cozii, care după structura sa putea produce răni sîngerînde. Corpul era masiv, greoi, lung de 4—5 metri, înalt de 1,5 metri, avînd aproximativ 4 tone (fig. 26).

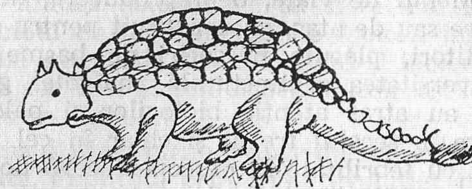


Fig. 26. Ankylosaurus sp. — dinosaurul „tanc"

Fosilele acestor dinosauri au fost descoperite în America de Nord, Asia, Africa și Europa, precum și pe teritoriul țării noastre, în depresiunea Hațegului.

Dinosaurii din subordinul *Ceratopsis,* cuprind specii erbivore care au pe cap coarne de apărare, între care se găseau și exemplare cu un fel de guler osos în jurul gîtului. Un reprezentant al acestui subordin a fost *Trioceratops,* cu două coarne lungi, ascuțite la vîrf și un corn mai scurt deasupra botului; în jurul gîtului avea un guler osos, masiv, organ de apărare împotriva carnivorelor. Unele exemplare erau de talie foarte mare, pînă la 10 metri în lungime, cu o greutate de 8—10 tone. Coarnele de pe cap atingeau 2—3 metri în lungime. Se hrăneau cu gimnosperme și palmieri, devorînd pădurile, pe

suprafețe destul de mari, de asemenea consumau și cantități însemnate de ferigi arborescente, care creșteau pe acea vreme.

Era Mezozoică, cu toată durata ei de aproximativ 150 milioane de ani, poate fi considerată ca fiind dominată de neamul reptilelor, sau mai bine spus „lumea dinosaurilor". Este greu de redat doar în cîteva pagini zecile de mii de specii, din neamul diversificat al reptilelor, a căror biostructură a îmbrăcat cele mai ciudate înfățișări, cu funcții vitale mult prea variate. Modul de viață, de reproducere, de hrană, de apărare sau de atac, au constituit pentru scriitori și povestitori, plăcute născociri de basme pentru copii. Diversitatea arhitecturală, mai ales gigantismul lor, au atras atenția biologilor și paleontologilor, care în secolul trecut și chiar în cel prezent, au lucrat cu febrilitate să descopere ceva nou, scormonind straturile pămîntului, pentru a cunoaște tot mai mult din tainele și legile naturii de pe planeta noastră.

Dispariția dinosaurilor aproape de sfîrșitul Mezozoicului a provocat enigme, la care multă vreme nu s-a dat un răspuns corespunzător și convingător. După unele păreri, s-a presupus că la finele Mezozoicului au căzut pe pămînt meteoriți gigantici, care au produs puternice mișcări orografice, cutremure catastrofale, erupții vulcanice etc. Este adevărat că de-a lungul zecilor și a sutelor de milioane de ani, au căzut pe pămînt un mare număr de meteoriți, dar cad și în timpurile noastre. Dacă meteoriții de mărimi gigantice au produs mari schimbări, poate pe suprafețe destul de mari, nu avem date precise că ar fi putut provoca catastrofe care să afecteze întregul glob pămîntesc. De altă parte, chiar dacă au căzut meteoriți giganți, de ce să fi distrus pe pămînt numai dinosaurii, ocrotind celelalte specii de animale?

O analiză, biologic obiectivă, cunoscînd acțiunea factorilor din mediu cu aceea a celor genetici, toate procesele legate de viață au fost treptat lămurite prin augmentarea permanentă a cunoștințelor privind legile naturii. Dar, dispariția dinosaurilor, ca de altfel și apariția lor nu s-a petrecut atît de brusc cum se pare, ci în timp și în contextul multidimensional al condițiilor în care un anumit fel de viață poate coexista cu mediul său ambiant.

Supraviețuirea unei specii, sau a mai multor specii, din unități taxonomice cu sfere mai largi, este determinată de un complex de factori, înglobați în cele două categorii: factori interni și factori externi. Evoluția speciilor se conformează acelorași legi, unele născîndu-se din altele.

În cazul dinosaurilor, apariția lor este mai ușor cunoscută, explicată prin legile evoluției, ca urmare a diversificării amfibiilor. În anumite condiții de mediu devenite favorabile pentru unele linii de amfibii, genofondul lor s-a putut îmbogăți cu noi elemente genetice care, imprimînd fenotipului schimbări, prin autoreglare s-au putut menține, au generat indivizi biologici mai bine adaptați, mai rezistenți care, prin selecție, au eliminat treptat indivizii mai puțin adaptați. Acest proces, continuat în milioane de ani, a cauzat apariția primilor dinosauri, pentru ca încă în alte cîteva milioane de ani, prin diversificare, să dea naștere la un număr de specii, unele mai tari, altele mai slabe. În contextul diversificărilor, care a durat zeci și zeci de milioane de ani, dinosaurii beneficiind de cele mai favorabile condiții de mediu, au putut să stăpînească biosfera planetei în toată perioada Mezozoică.

Este adevărat că dispariția dinosaurilor s-a petrecut în timp mai scurt, decît apariția lor, însă,

acest fenomen se explică cunoscînd evoluția celor doi factori determinanți ai supraviețuirii. În cazul dinosaurilor giganți, contradicția dintre acești doi factori a fost mai mare decît la alte specii de animale. Factorii externi ai mediului au exercitat presiuni mai puternice, care nu au putut fi modificate, nici prin adaptare și nici prin modificări ale genofondului. Astfel, dinosaurii giganți se înmulțeau prin ouă, a căror dimensiune și coajă mai groasă, nu mai putea asigura o ecloziune normală, conform cerințelor genetice, deoarece clima se răcise, cu deosebire noaptea, încît embrionul nu s-a mai putut dezvolta. Dovada acestui fenomen poate fi acceptată prin aceea că cercetările paleontologice efectuate de echipele de la Universitatea Princeton (S.U.A.), conduse de prof. Richard Horner, au descoperit 24 ouă cu cochilii aproape intacte, bine conservate. În alte ouă au găsit pui în diferite stadii de metamorfoză embrionară.

Se poate concluziona că schimbările climei, la finele Mezozoicului, nu au fost suficient de favorabile acestor animale gigante, ceea ce le-a inhibat capacitatea de autoreglare a funcțiilor vitale. La acestea s-ar putea adăuga și micșorarea posibilităților de asigurare a hranei, cunoscînd că un dinosaur uriaș trebuia să consume aproape două tone de produse vegetale. Schimbările de climă au putut provoca un dezechilibru în piramida trofică, între producători și consumatori. Acest proces de diminuare și de dispariție a dinosaurilor, a durat totuși 2—3 milioane de ani, ceea ce nu însemnează numaidecît o enigmă, de neînțeles.

Unii biologi americani au opinat că dispariția dinosaurilor putea fi produsă de o boală virotică, despre care însă nu dispunem de dovezi.

În legătură cu unele aspecte din viața dinosaurilor, aceeași echipă de la Princeton, a descris modul

de clădire a cuiburilor de hidrosauri, mărginite cu pămînt mocirlos de 7 metri înălțime, considerată ca o creșă pentru pui, unde femelele aduceau hrana necesară celor mici. Alte cercetări au adus însemnate completări asupra „portretului vieții“ dinosaurilor.

Istoria dinosaurilor, pentru biologie constituie un studiu foarte prețios, din care pot fi încă speculate aspecte privind evoluția biosferei de pe Terra.

8. Istoria păsărilor

Cucerirea văzduhului s-a derulat într-un timp îndelungat, cu „încercări timide“, mai mult nereușite, pentru ca, în cele din urmă păsările să domine atmosfera globului pămîntesc. Primele cuceriri ale aerului au fost realizate de insectele din Paleozoic, probabil în Devonian sau chiar mai înainte, despre care nu avem dovezi. Primele vertebrate zburătoare au luat ființă dintre cele mai elementare structuri ale reptilelor din era Mezozoică, necesitînd modificări anatomice într-un timp îndelungat. Oasele trebuiau să fie mai subțiri, mai ușoare, prevăzute cu pungi de aer, membrele anterioare transformate în aripi și corpul acoperit cu puf și pene. Încercările de zbor au pornit de la sărituri mai sprintene pentru prinderea unor insecte. Procesul de cucerire a aerului a constituit desigur un lung șir de selecții naturale și de adaptări, derulate în cîteva milioane de ani.

Utilizarea zborului, pentru un nou mediu de viață, nu a fost o întîmplare, ci o necesitate născută din procesul de diversificare a organismelor vii, în tendința mișcării expansive și dinamice, pentru căutarea hranei și ca mijloc de apărare împotriva dușmanului. Geneticianul Teodosius Dobzhansky a men-

ționat că: „viața tinde să se răspîndească și să utilizeze fiecare nouă posibilitate de trai, oricît de îngustă și de încărcată de dificultăți ni s-ar părea nouă".

Primele vertebrate care au experimentat zborul, au fost reptilele, din sînul cărora a luat naștere ordinul *Pterosauria*, („șopîrle zburătoare"). Cercetările efectuate, converg la constatarea că primul zburător vertebrat, descoperit în depozitele din Fergana (U.R.S.S.) a fost *Longisquama sp.*, care a trăit la sfîrșitul Triasicului, sau începutul Jurasicului.

Cercetările paleontologice în această direcție au adus cîteva dovezi despre existența unor șopîrle zburătoare, numite *Icarosaurus* sp., ca urmare a descoperirilor de fosile efectuate în America de Nord. Ulterior, au fost descoperite și în Europa, denumite *Kuehneosaurus* care au trăit, un timp limitat, în Jurasic, fiind distruse de carnosauri. Este însă interesant de menționat că șopîrle zburătoare există și în zilele noastre, însă numai limitate în partea nordică din India și Indochina, numite *Draco volans*.

În a doua parte a Cretacicului au apărut reptile zburătoare, fără coadă și fără dinți, dar cu un cioc alungit, cu anvergura falselor aripi de 8—10 metri, numite *Pteranodon*. Aripile erau doar răsfrîngeri membranoase, pornite din părțile laterale ale corpului, de aceea zborul lor se deosebea de al păsărilor de azi, executau sărituri urmate de planare și nu aveau pene.

Forma intermediară, de trecere de la reptile la păsări, se presupune a fi *Archaeopteryx lithographica*, descoperită în carierele de la Ottman. Fosila a fost studiată de paleontologul german Hermann von Meyer. Ulterior, alți paleontologi au descoperit un nou exemplar de „pasăre reptilă" care se găsește la

Muzeul Humboldt din Berlin. Fosile asemănătoare au fost găsite și după acestea, considerînd că sînt o dovadă privind originea păsărilor.

Perfecțiunile zborului au atins succese abia în Cretacicul superior și începutul erei Terțiare, de precursorul pescărușului, descoperit în S.U.A., printre straturi calcaroase, fiind denumit *Ichthyornis*. Tot cam pe atunci, au trăit niște păsări alergătoare, de tipul struțului, de dimensiuni mult mai mari. Fosilele lor au fost descoperite în Noua Zeelandă. De asemenea au fost găsite ouăle acestui tip de pasăre în nisipul plajelor din Madagascar.

În Neozoic au apărut păsările obișnuite, cu pene, bune zburătoare, care s-au și diversificat în Oligocen și Miocen, dînd naștere mai multor specii și genuri, în parte cunoscute și în prezent. În era Terțiară păsările au atins culmile evolutive, stăpînind atmosfera globului, în ritmuri destul de accelerate.

Pe teritoriul țării noastre au fost descoperite cîteva fosile ale unor păsări, între care se menționează tipul de pelican, găsit în formațiunile din depresiunea Hațegului, printre alte fosile de pterosauri și chiar dinosauri.

9. Apariția și evoluția mamiferelor

Apariția mamiferelor a constituit una dintre cele mai revoluționare cuceriri ale biomișcării materiei. Însușirile biostructurale ale organismelor diferă mult de ale reptilelor și altor animale care le-au precedat. Spre deosebire de toate vertebratele, mamiferele nasc pui vii, pe care îi hrănesc cu lapte și sînt homeoterme, adică au capacitatea de a-și păstra constant temperatura corpului, grație mecanismului

cibernetic de autoreglare. Corpul mamiferelor este acoperit cu păr și au un sistem nervos mai evoluat decît la toate celelalte animale, în coordonare cu creierul bogat în circumvoluțiuni. Spre deosebire de reptile, mamiferele au aparatul bucal format din maxilare cu incisivi, canini, premolari și molari, iar alimentele și respirația urmează căi diferite, pe cînd la reptile se interferează. În structura sistemului osos, la mamifere centura pelviană, alcătuită din ilion, ischion și pubis este sudată într-o singură piesă, pe cînd la reptile acestea sînt separate.

Evolutiv, mamiferele derivă din unele reptile, diversificate încă din era Mezozoică *(Terapside)*, dar care s-au stins repede. Dintre aceste reptile, probabil că ar fi *Cynognathus* sp., un carnivor care mesteca și tritura hrana înainte de a o înghiți.

Prin diversificarea terapsidelor, cîteva linii au evoluat spre frontiera mamiferelor, separîndu-se în grupa „reptilelor mamaliene", considerate ca forme de trecere, cu toate că se înmulțeau prin ouă, la fel cu reptilele, însă posedau un sistem endotermic, datorită vascularizării bogate și corpului acoperit cu păr. Acest sistem ar putea fi socotit un început de autoreglare termică.

Fosilele primelor mamifere au fost descoperite de paleontologul W. G. Kühne (1949) în straturile de calcar din partea sudică a Angliei. Fosile asemănătoare au fost găsite în Africa de Sud și China, apoi in Manciuria, Texas etc.

În era Terțiară au avut loc mișcări orografice, fostul supercontinent Gondwana s-a divizat, dar continentul nordic, Laurasia, a păstrat legătura Europei cu America, încă 20 milioane de ani.

Paralel s-a schimbat și clima, suferind o răcire. Clima tropicală s-a retras către ecuator. Ca urmare,

reptilele lipsite de autoreglarea temperaturii, au cedat treptat locul mamiferelor.

În lumea vegetalelor, în locul gimnospermelor s-au extins foioasele, fagul și stejarul, mai puțin corespunzătoare pentru dinosauri, posibil și din cauza taninului și altor substanțe la care nu erau adaptați.

În acea perioadă, unele animale cu structură ciudată, nu s-au putut menține; avînd deficiențe în autoreglarea principalelor funcții fiziologice, au dispărut. În aceeași situație au fost și protomamiferele, care au dăinuit mai puțin. În schimb, animalele care s-au adaptat mai bine, datorită capacității de autoreglarea funcțiilor vitale, s-au dezvoltat și diversificat evolutiv în linii din care s-au născut strămoșii mamiferelor de azi și separat ai păsărilor.

Liniile mamiferelor monotreme, de origine încă Mezozoică, au generat două forme australiene: forma *Echidna* și *Ornitorincul*, care s-au menținut datorită izolării continentului australian de restul uscatului. Aceste protomamifere sînt încă ovipare, dar structura dentară și centura pelviană este asemănătoare mamiferelor. Echidna seamănă cu un arici și trăiește în galeriile pe care le sapă în pămînt. Ornitorincul are un cioc ca de rață și labele au pielițe între degete, trăind în apropierea rîurilor.

Marsupialele au fost nevoite să se retragă spre sud; astfel au ajuns în Australia. Ele sînt animale ușor adaptabile: unele sînt erbivore, altele insectivore sau omnivore. Embrionul lor se dezvoltă într-un fel de săculeț, numit marsupiu, situat pe partea ventrală a abdomenului. Cangurul rapid trăiește în Australia și Noua Guinee, are talia de 90 cm. Cangurul mare poate avea 180 cm, iar cangurul gigant, depășește 2 metri. Toate speciile trăiesc în diferite zone climatice din Australia.

Cretacicul superior și era Terțiară au deschis porțile istoriei mamiferelor, care s-au adaptat și diversificat în mai multe genuri și specii, înzestrate cu un sistem nervos mult superior față de alte animale, de asemenea cu un sistem mai complex și evoluat de autoreglări prin mecanisme cibernetice.

În prima parte a terțiarului **au apărut și diversificat** liliecii, animale mamifere zburătoare, din care derivă și liliacul care trăiește în Europa. Hrănindu-se cu insecte, corpul lor este mic, de 5 cm, fără anvergura aripilor. În Asia, Indochina și Filipine, există lilieci mari, unele specii care pot atinge 120 cm, zboară numai în timpul nopții, ziua fiind agățați pe copaci, cu capul în jos.

În aceeași perioadă au apărut rozătoarele, cu linii diversificate, din care au luat naștere: șoarecii, castorii, hîrciogii, veverițele, iepurii etc. Dintre primele mamifere din Terțiar s-au desprins erbivorele și carnivorele. Din primele grupe de carnivore a apărut hiena, care trăiește și acum în Africa, hrănindu-se cu cadavre, apoi rîsul, pisica sălbatică, leul, tigrul, leopardul, jaguarul. Leopardul zăpezilor trăiește în Himalaia, Tibet și Siberia. Pe o altă linie au apărut: lupul, cîinele, vulpea etc., iar speciile de urși, din linii paralele cu primele.

Un grup aparte a dat naștere mamiferelor acvatice, din care fac parte *Cetaceele,* ca de exemplu: delfinul și balenele, adaptate vieții din mări și oceane. Unele cetacee au păstrat cîteva caractere de la reptile, altele s-au diversificat în funcție de condițiile de mediu climatic. Este de menționat, că dintre cetacee, balena albastră este cea mai mare dintre toate cetaceele de pe glob, avînd 33 metri în lungime, cu o greutate de 130 tone și cu toate acestea poate să înoate cu o viteză de 40 km pe oră.

10. Originea și evoluția placentarelor erbivore

Mamiferele placentare erbivore derivă dintr-o grupă de animale omnivore, care au trăit la începutul Terțiarului, cuprinse în ordinul numit *Condylarthra,* cu reprezentantul tipic *Phenacodus* sp., care avea talia unei capre de azi, se hrănea cu ierburi suculente din pădurile tropicale și subtropicale.

Dintr-o grupă desprinsă din acest ordin a luat naștere strămoșul calului, numit *Hyracotherium* sau *Eohippus,* care a trăit în America și Europa. După vreo 30 milioane de ani, s-au diversificat alte specii, din care cel mai important a fost *Hipparion,* din care derivă calul din zilele noastre, *Equus caballus.*

Din această specie mai există și forme rămase sălbatice, care trăiesc în stepa asiatică, Mongolia și China. Dintre caii sălbatici omul a domesticit calul după necesitățile urmărite: rase de tracțiune, de fugă, de munca cîmpului, de călărie etc.

Un alt grup desprins dintre strămoșii mamiferelor a dat naștere unor specii de rinoceri, cu cel mai vechi reprezentant *Prohyracodon,* descoperit în depozitele din perioada Eocenă, la Radaia, în apropiere de Cluj-Napoca.

Un alt erbivor, din neamul rinocerului, *Indricotherium* a fost descoperit la Turea, în straturile Oligocenice. Acest strămoș avea o talie gigantică, de 8 metri lungime și 5,5 metri înălțime, cîntărind aproximativ 18 tone, deci aproape de mărimea dinosaurilor. Ei au trăit în Europa, Asia, cu frecvență mai mare în China. În zilele noastre, există doar cîteva specii de rinoceri, care trăiesc în India și au 3,5 metri cu o greutate de 2 tone. Rinocerul african este alb și se apropie de mărimea unui elefant.

Filogenetic, dintr-o linie de strămoși ai rinocerului, au luat naștere cerbii și caprele, care trăiesc

și în prezent în America de Nord și Europa. Cel mai frumos cerb, numit *Axis axis*, trăiește în pădurile din India, are numai 1,5 metri lungime și 90 cm înălțime. Căprioara trăiește în Europa și Asia, iar antilopa în Mexic, America de Nord și India.

Cerbul, caprele, antilopa, ca și bovideele de azi, sînt erbivore rumegătoare, cu stomacul alcătuit din 4 camere, în care întîi se depozitează hrana, ca apoi să fie regurgitată și mestecată.

Se consideră că rumegătoarele care au evoluat în Terțiar, cum sînt bovideele și girafele, au o anumită origine comună, probabil din tragulidele ancestrale.

Bovideele formează un grup numeros de genuri și specii, sînt rumegătoare, cu coarne fără miez în interior, de aceea se mai numesc și cavicorne. Bovideele s-au adaptat mai mult zonelor de cîmpie, unde există fînețe din abundență. Inițial, au trăit în Europa și Asia, apoi s-au răspîndit. Specia umană, cînd a început să treacă spre îndeletnicirea agriculturii, a domesticit multe animale, în interesul său. Unele rumegătoare au rămas însă animale de pădure, cum este și zimbrul *(Bison bonasus)*, răspîndit în Europa centrală, la noi în Carpați, însă din cauza vînatului, au dispărut. În prezent există doar în cîteva rezervații și în grădinile zoologice. Yakul, înrudit cu zimbrul, mai există în stare liberă, sălbatică, pe platourile înalte ale Tibetului, parțial a fost domesticit pentru a fi utilizat ca animal de tracțiune și pentru carne.

Cămilele sînt rumegătoare evoluate în Eocen avînd ca strămoș tipul numit *Protylophus*, care avea 4 degete, pe spate doar o singură cocoașe. Cămilele cu două cocoașe au apărut în China și Mongolia și au fost duse și domesticite în Africa și Arabia.

Dintr-un grup de erbivore au luat naștere, în Oligocen, strămoșii elefantului din India și Asia, cele

mai mari animale terestre, după stingerea dinosaurilor. Cel mai vechi reprezentant al strămoșului elefanților a fost un proboscidian cu trompă, pe atunci doar de mărimea unui mistreț, numit *Moeritherium*, a cărui fosile au fost descoperite în Egipt. În Miocen au apărut primii mastodonți, care s-au diversificat datorită condițiilor de mediu pe atunci foarte favorabile, atît în Europa cît și în Asia, apoi au emigrat în America de Nord și Sud. La sfîrșitul Terțiarului și începutul Cuaternarului, din cauza răcirii climei și începutului glaciațiunii, mastodonții au dispărut, dar în prealabil au dat naștere elefantului de azi, *Elephas maximus*, lung de 7 metri, cu o trompă de 2 metri și înălțimea de 3,5 metri. Acești elefanți trăiesc și în prezent.

Deinoterii au trăit în Europa, chiar și pe teritoriul țării noastre, de la care o fosilă, menționată anterior există la Muzeul „Grigore Antipa“ care măsoară 5 metri în lungime și 4 metri înălțime.

11. Apariția prehominidelor

Primele animale implicate în direcția de evoluție a omului au fost niște mamifere cățărătoare, dintre acestea, unele erau insectivore și altele vegetariene, arboricole, care se hrăneau cu frunze, muguri și fructe. Datorită condițiilor favorabile, aceste mamifere, aparținînd ordinului Primatelor, au populat un timp destul de scurt pădurile din Oligocen și Miocen.

Viața arboricolă a determinat unele modificări în structura arhitecturală a acestor animale; membrele anterioare au devenit prehensile cu o anumită mobilitate, pentru a se prinde de ramura copacilor și apucarea fructelor. De la o generație la alta, trunchiul a început să se scurteze și să capete o poziție

din ce în ce mai verticală. Aceste animale arboricole trebuiau să privească mai mult înainte și nu lateral, ceea ce a avut ca efect modificarea poziției ochilor. Unele dintre aceste animale au devenit omnivore, trebuind să-și modifice dantura, care să corespundă atît pentru consumul de vegetale, cît și al unor mici carnivore.

Ordinul primatelor cuprinde trei subordine: lemurienii, tarsioidele și simienii sau maimuțele.

Lemurienii au fost primate inferioare, cu însușiri primitive, trăiau în păduri cu climat cald; majoritatea lor erau nocturne. Au avut o răspîndire în Africa, India, Sumatra, Madagascar și Kalimantan. Insectivorele au trăit în sud-estul Asiei.

Tarsoidele cuprind primate mai evoluate, cu o poziție semiverticală, uneori cu mersul biped, duc o viață arboricolă și trăiesc în Indonezia și Filipine. Aveau oasele tarsiene mult dezvoltate, coada subțire, dar lungă și terminată cu un moț. Unele specii dintre tarsoide au avut însușiri apropiate către ale maimuțelor.

Simienii formează o grupă de primate mai evoluate, care au beneficiat de condiții favorabile spre diversificare. Unele specii aveau craniul dezvoltat, cu emisfera cerebrală brăzdată de șanțuri și circumvoluțiuni. Dentiția asemănătoare cu a omului, de tipul:

$$\frac{2.1.2.3.}{2.1.2.3.}.$$

Simienii cuprind două secții: platirine și catarine. Platirinele sînt maimuțe mai primitive, duceau o viață arboricolă; cu răspîndire în America de Sud. Catarinele cuprindeau cîteva familii, între acestea s-au distins ca fiind mai importante și anume: familia pongidelor și hominidelor, din care a luat naștere specia umană.

Pongidele cuprindeau cîteva genuri și specii de maimuțe cu însușiri apropiate de ale omului. Din grupa acestora fac parte: gorila și cimpanzeul, care trăiesc în pădurile tropicale din Africa. Pongidele sînt animale arboricole, dar și-au eliberat membrele anterioare de funcția locomotorie și se deplasează pe pămînt în poziție bipedă, cu o ținută semiverticală. Emisfera cerebrală bine dezvoltată, cu circumvoluțiuni asemănătoare cu ale omului, acoperă integral cerebelul. Nu au coadă, ca și hominidele, iar femelele au ciclul menstrual, cu o durată de 28—30 de zile. În scheletul capului, fălcile predomină în volum față de cutia craniană, invers decît la om. Capacitatea craniană a pongidelor este mai redusă, avînd cel mult între 300—400 cmc, iar la gorilă de 400—650 cmc, cam jumătate față de a omului, care depășește 1 300 cmc (fig. 27).

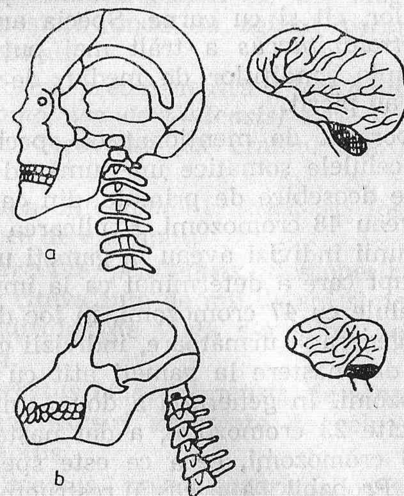


Fig. 27. Capacitatea craniană: a = la om; b = la pongide

12. Geneza speciei umane

Pongidele și hominidele au luat naștere dintr-un strămoș comun numit Dryopithecus, care a avut trăsături mai apropiate de ale omului. Fosilele lui au fost găsite în perioada Miocenică și a Neozoicului, în straturile unor păduri de stejar din Pirinei și, ulterior, în Africa și Asia. Viața speciilor de Dryopithecus s-a derulat aproximativ 30—35 milioane de ani, cu însemnate diversificări, în funcție de condițiile de mediu. Din trunchiul acestei specii s-au dezvoltat unele, în detrimentul altora, astfel a reușit să se desăvîrșească linia numită Homo habilis. Dintr-o altă spiță a apărut un hominid primitiv care a trăit în Africa și India doar 3 milioane de ani. Aveau un mers biped, destul de echilibrat, trăiau în cete și se hrăneau atît cu frunzele unor plante sau cu fructele lor, cît și cu carne. Specia australiană, numită *Australopithecus* a trăit mai puțin, neputîndu-se adapta condițiilor de mediu, de aceea au degenerat și au pierit.

Este important de menționat că specia umană prezintă în celulele somatice un număr de 46 cromozomi, spre deosebire de primate, din care a evoluat, care aveau 48 cromozomi. Explicarea constă în aceea că la unii indivizi aveau în gameți un cromozom lipsă, fapt care a determinat ca la împerechere să rezulte celule cu 47 cromozomi, în loc de 48 cromozomi. În generația următoare, indivizii cu 47 cromozomi au dat naștere la gameți atît cu 23 cît și cu 24 cromozomi. În generația a doua, unirea între gameții cu cîte 23 cromozomi, a dat naștere la indivizi cu 46 cromozomi, ceea ce este specific speciei umane. Probabil că această restructurare cromozomială a putut să aducă anumite avantaje, prin

pierderea acelor gene care conțineau însușiri legate de specia acelor primate, care ar fi contribuit negativ la formarea caracterelor umane.

În zonele din China și Indonezia, a trăit un hominid mai mare, depășind 2 metri în înălțime, numit *Gigantopitecus,* care de asemenea s-a stins în timp relativ scurt, fără urmași.

Strămoșul direct al speciei umane se admite că a fost *Homo habilis,* de la care au fost descoperite oseminte în depozitele de la Olduvai (Tanzania), cu o vechime de un milion și 800 mii de ani. Cercetările efectuate asupra fosilelor de la această specie, au arătat că avea un craniu perfect ortognat, dar capacitatea craniană era numai de 680 cmc. Pe lîngă fosilele lor au fost găsite unelte din piatră.

O formă preomenească a fost descoperită în sudul Franței, numită „Omul de Crô-Magnon", care locuia în peșteri, unde au zgîriat pereții, imitînd figuri de animale.

O altă formă preomenească a fost omul de Neanderthal *(Homo neanderthalensis)* care avea un corp masiv, ușor încovoiat, cu craniul mai mare, dar teșit.

Din grupa lui *Homo erectus,* au fost găsite și alte forme, ca de exemplu:

Homo erectus pekinensis, descoperit în China, care a trăit cîteva sute de mii de ani și neputîndu-se adapta condițiilor de viață s-a stins, de asemenea fără urmași.

Homo erectus heidelbergensis, descoperit în Germania, avea însușiri apropiate de cele menționate la Homo habilis.

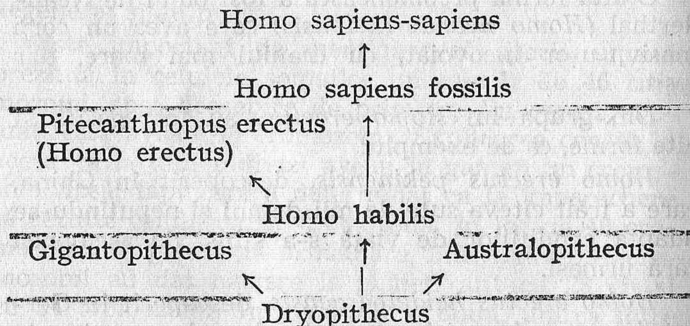
Homo erectus paleohungaricus, descoperit în R. P. Ungaria, cu fosile însoțite de unelte cioplite,

utiliza focul pentru gătirea unor alimente din carne de oaie. Pe lîngă fosilele lor se mai găseau oase de cerb, capre, păsări etc. Talia corpului era de 1,60—1,80 metri, cu capacitatea craniană de aproximativ 1 300 cmc.

Se consideră că tipul omului Crô-Magnon din Franța, a avut cîteva variante în Europa, între care s-a găsit și la noi în țară la Cioclovina (în județul Hunedoara) și la peșterea numită „La Adam" din județul Tulcea.

Părerile în legătură cu apariția speciei umane *Homo sapiens* sînt încă deosebite și contradictorii. Recent a apărut o teorie îndrăzneață, apărută în revista britanică „New Scientist" după care hominizii nu ar fi descins din maimuțele antropoide, ci invers, adică maimuțele ar fi derivat din prehominide.

Legăturile filogenetice privind evoluția omului, sînt arătate în schema următoare (lupă P. Raicu):



Originea omului nu este total elucidată și în ciuda controverselor, cercetările continuă. Indiferent de divergența părerilor, cert este că omul derivă din mamifere primate și că apariția speciei umane, ca de altfel a tuturor speciilor, are explicația în veșnica mișcare a materiei, mai mult a biomateriei în care fluxurile bioenergetice se succed în ritmuri rapide și, în contextul factorilor din mediu, sînt supuse evoluției, din necesitate, conform legilor obiective și universale ale materiei.

13. Factorii care au determinat umanizarea

Procesul de umanizare a revoluționat structura biosferei de pe planeta noastră, dar specia umană nu va rămîne doar un component al acestei sfere dotată cu viață, ci va realiza modificări în interesul societății de azi și de mîine.

Geneza omului nu s-a petrecut brusc, ea a constituit un proces evolutiv, de lungă durată, timp în care materia preumană s-a confruntat cu factorii mediului de coexistență, învingînd numeroase obstacole, fiecare creîndu-i un plus de însușiri, pînă la cucerirea celui mai înalt pisc al piramidei din structura biosferei. Dintr-un salt calitativ în altul, din sute în sute de mii de ani, specia preumană a dobîndit alte și alte însușiri, pînă la șlefuirea inteligenței de acum a lui Homo sapiens.

Existența omului este o consecință a naturii materiei; mișcarea ei și evoluția sînt legi universale. În virtutea acestor legi obiective, tot ce există în natură, toate ființele viețuitoare, de la bacterie pînă la om, sînt rezultatul legilor evoluției. De aceea, originea omului trebuie văzută prin prisma evoluțiilor începute de aproximativ 3,6 miliarde de ani,

un șir de autocreații ale biomateriei din materie, cu forme și funcții care s-au derulat fără pauză, în contextul mediului ambiant.

Toate salturile cantitative și calitative în decursul erelor geologice, au apărut unele din altele, însumîndu-se mereu pînă la complexitatea structurală a speciei umane. De la mersul pe plan orizontal, la cel vertical, a fost nevoie de o serie de încercări, unele cu jertfe, altele cu succese, a căror sumă a creat marele salt calitativ întruchipat în biostructura lui Homo sapiens.

Evoluția ființelor viețuitoare, ca și apariția omului, trebuie legată de complexul factorilor de mediu, care de asemenea au evoluat mereu și schimbările acestora au determinat modelarea materiei vii, nu din întîmplare, ci ca o necesitate generată de alte necesități, fără întrerupere.

Procurarea hranei, apărarea de atacul unor animale sălbatice, construirea de adăposturi, creșterea copiilor, toate acestea au obligat omul preistoric să execute diferite munci, punînd în același timp mintea la contribuție. În acest fel închegarea societății umane, încă în primitivism, a trebuit să progreseze. Astfel se explică dispariția acelor „încercări de umanizare“ din sușele lui Homo erectus, care nu au progresat și au căzut, probabil, prada unor fiare, care pe atunci erau în plină proliferare. Deci, putem sublinia că munca chibzuită și perseverentă a creat specia umană și aceeași muncă îl duce pe om spre o civilizație din ce în ce mai înaltă.

Paralel cu utilizarea și confecționarea diferitelor unelte, fie de apărare, fie pentru vînat sau de utilitate pentru îngrijirea celor noi născuți, a obligat omul să articuleze cuvinte, să dea nume obiectelor,

animalelor, semenilor săi etc. De la acest pas început, progresul a venit de la sine.

Apariția mai multor limbi, are o explicație simplă, datorită izolărilor geografice a unor grupe, devenite triburi de oameni, care s-au stabilit pe acele locuri unde au găsit posibilitatea de a-și asigura existența în condiții mai convenabile. Izolarea geografică, condițiile diferite de mediu, mijloacele de existență, au dat naștere raselor de oameni.

14. Despre rasele umane

Specia *Homo sapiens* se caracterizează printr-un polimorfism născut din cauza condițiilor de mediu geografic, care s-a diversificat în cele patru rase, considerate după criterii morfologice (forma capului cu anumite trăsături specifice, culoarea pielii, a părului etc.). Cele trei rase umane sînt: rasa albă sau europidă, rasa galbenă sau mongolidă, rasa negridă sau negrid-australidă.

Studiul raselor umane, prezintă o importanță biologică, socială, ideologică și politică. Este total greșită concepția existenței unor rase superioare, cum a fost propovăduită de fascismul antebelic, avînd ca scop subjugarea nedreaptă a unora față de alții.

Rasele umane reprezintă o realitate obiectivă din punct de vedere social, de aceea UNESCO a adoptat, în anul 1951, o definiție a raselor, după geneticianul Th. Dobzhansky: „Rasele sînt grupe sau populații care se deosebesc între ele prin prezența sau prin frecvența unor factori ereditari“.

Împărțirea raselor în subunități prezintă dificultăți, deoarece anumite caractere morfologice, precum și modul de viață se datoresc condițiilor diferite de mediu, generate în timp și spațiu. O anumită delimitare s-ar putea face pe baza structurii genetice, iar în ceea ce privește grupele sanguine, acestea sînt în general identice, chiar și la cimpanzeu, precum și la gorilă. De asemenea aglutinarea cu aglutinogenele M și N sînt similare la toate rasele umane, precum și la mai multe maimuțe. Rezultă de aici că grupele sanguine sînt moștenite de la trunchiul comun al primatelor. În concluzie nu se poate efectua o distincție între rase pe baza datelor hemotipologice.

S-a observat că indivizii cu grupa sanguină A, prezintă o sensibilitate la variolă, în schimb ciuma a fost mai frecventă la cei cu grupa sanguină zero. Indivizii cu grupa A sau zero, rezistă mai bine la chistul hidatic, decît cei cu B sau AB.

După unii antropologi, între care J. Ruffié (1976), se consideră că structura biologică a omului, nu ar fi potrivită pentru o delimitare în rase, ci numai în populații. Fondul genetic este asemănător la toate rasele, toți oamenii au același număr de cromozomi, cu aceeași capacitate. Se știe că din toate rasele există oameni de știință, artiști, poeți, buni tehnicieni etc.

Din punct de vedere biologic, specia umană este unitară, nu se poate împărți în alte specii, deoarece între rase încrucișarea este la fel de fecundă. Diferențierea care există între rase, are explicația în condițiile de mediu și de practicarea unor obiceiuri moștenite din generație în generație, în anumite condiții sociale care au lăsat amprente, care însă pot fi modificate de la o generație la alta.

ÎNCHEIERE

Viața trebuie concepută ca o manifestare de complexități bioenergetice, ale căror componente se găsesc permanent interconexate atît între ele, cît și cu întregul. Complexitatea dinamică a organismelor vii se află în raport direct cu gradul lor de dezvoltare, de structura arhitecturală, mai mult sau mai puțin evoluată filogenetic. Totalitatea funcțiilor vitale sînt armonic legate, grație capacității de autoreglare prin mecanisme biocibernetice. Toate manifestările legate de viața fiecărei ființe viețuitoare se rezumă la anumite fluxuri bioenergetice care trec din unele în altele prin procese de conversie, care se succed cu o precizie și într-un anumit timp care trebuie să corespundă cu informațiile și programul genetic de mare specificitate. Toate aceste procese, care determină modul de viață al fiecărui individ biologic, a tuturor speciilor, nu sînt altceva decît manifestări energetice proprii. Energetica vieții reprezintă forma cea mai evoluată și mai complexă dintre toate formele de energii cunoscute în natură. În fiecare moment al vieții, în toate organismele vii, există însemnate forme de energii fizice, chimice, respectiv biochimice, ale căror mod de îmbinare se concretizează în energia biologică.

La nivelul cunoştinţelor de azi, este notoriu faptul că tot ce există în lume, sisteme de orice natură, au un caracter energetic, aflat un anumit timp în stare potenţială sau în stare cinetică, de mişcare, de la infinit la infinit. În domeniul biologiei, toate procesele legate de supravieţuire sînt procese bioenergetice şi acestea stabilesc edificiile structurale şi funcţionale, fără de care viaţa este de neconceput. Însăşi apariţia vieţii, din materia moartă, lipsită de viaţă, se datoreşte unui anumit fel de conversie a acelor forme energetice, fizico-chimice, care s-au transformat în structuri bioenergetice. Evoluţia materiei vii, de la formele ancestrale, pînă la complexitatea speciei umane, biocenozele şi întreaga biosferă, nu pot fi altceva decît o mare variabilitate de energii care le creează capacitatea de a fi antientropice. De îndată, ce, armonia formelor energetice ale vieţii se destramă, materia vie se transformă în materie lipsită de viaţă, adică entropică.

Cu un cuvînt, viaţa este o autocreaţie energetică şi autoevolutivă, care se derulează în conexiune cu condiţiile de mediu, din care şi cu care coexistă în permanent schimb de substanţe şi de energie.

Legile eredităţii, mişcarea cromozomilor, programul şi codul genetic, sînt manifestări bioenergetice, al căror program se autoreglează prin mecanisme cibernetice, ca formă superioară de mişcare energetică caracteristică vieţii.

Specia umană, ca forma cea mai complexă şi mai superioară de manifestare bioenergetică, a devenit forţa inteligenţei care de acum poate interveni în reglarea tuturor componentelor biosferei, pentru armonizarea vieţii de mîine, de care depinde modul de supravieţuire a societăţii omeneşti.

BIBLIOGRAFIA SELECTIVĂ

Barbu Virginia: *Paleontologie.* Edit. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1966.

Belis Mariana: *Bioingineria sistemelor adaptative şi instruibile.* Edit. Ştiinţifică şi Enciclopedică, 1984.

Bogoescu Constantin şi colab.: *Atlas Zoologic.* Edit. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1980.

Botnariuc Nicolae: *Biologie generală.* Edit. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1979.

Dorobanţu Cornelia: *Apariţia şi evoluţia vieţii.* Edit. Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1980.

Grigorescu I. Dan: *Înaintea apariţiei omului.* Edit. Albatros, 1980.

Maximilian Constantin: *Aventura geneticii.* Edit. Albatros, 1978.

Necrasov O.: *Originea şi evoluţia omului.* Edit. Academiei R.S.R., Bucureşti, 1971.

Rabega M. şi Rabega C.: *Biochimia.* Edit. Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1979.

Raicu Petre: *Genetica şi evoluţia vieţuitoarelor.* Edit. Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1979.

Raicu Petre: *Informaţia genetică şi viaţa.* Edit. Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1984.

Restian Adrian: *Homo ciberneticus.* Edit. Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1981.

Restian Adrian: *Medicina cibernetică.* Edit. Dacia, Cluj-Napoca, 1983.

Romer S.: *Vertebrate Paleontology*. Univ. of Chicago Press, 1966.

Paucă M.: *Din viața speciilor dispărute*. Edit. Științifică, București, 1959.

Pora Eugen: *Unitatea lumii vii*. Edit. Științifică și Enciclopedică, București, 1980.

Purica I. Ionel: *Universul nostru, sistem deschis într-un megaunivers*. Rev. „Magazin", Nr. 26, pag. 6—7, 1984.

Stugren Bogdan: *Evoluționismul în secolul XX*. Edit. Politică, București, 1969.

CUPRINSUL

Redactor: VASILE IACOB
Tehnoredactor: MARILENA DAMASCHINOPOL

Coli de tipar: 4
Bun de tipar: 19. 06. 1986

Tiparul executat la
ÎNTREPRINDEREA POLIGRAFICĂ CLUJ
Municipiul Cluj-Napoca
B-dul Lenin nr. 146
Republica Socialistă România
Comanda nr. 165





Lucrarea abordează o problematică de mare importanță, fiind prezentate însușirile generale ale materiei vii, caracteristicile sistemelor biocibernetice, capacitatea antietropică a organismelor vii, precum și originea vieții pe pămînt, care este expusă modern, pe baza proceselor biochimice care au dus la apariția genelor și a programelor genetice.
În ultima parte a lucrării se face o incursiune de-a lungul erelor geologice, fiind expusă evoluția vieții pe pămînt prin prisma teoriei sintetice a evoluției.

Editura Științifică și Enciclopedică Lei 5,–